This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

**Usage guidelines**

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

**About Google Book Search**

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

**A propos de ce livre**

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

**Consignes d'utilisation**

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

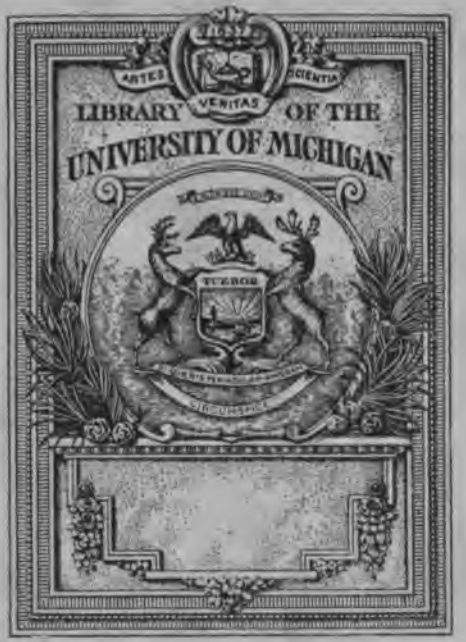
+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

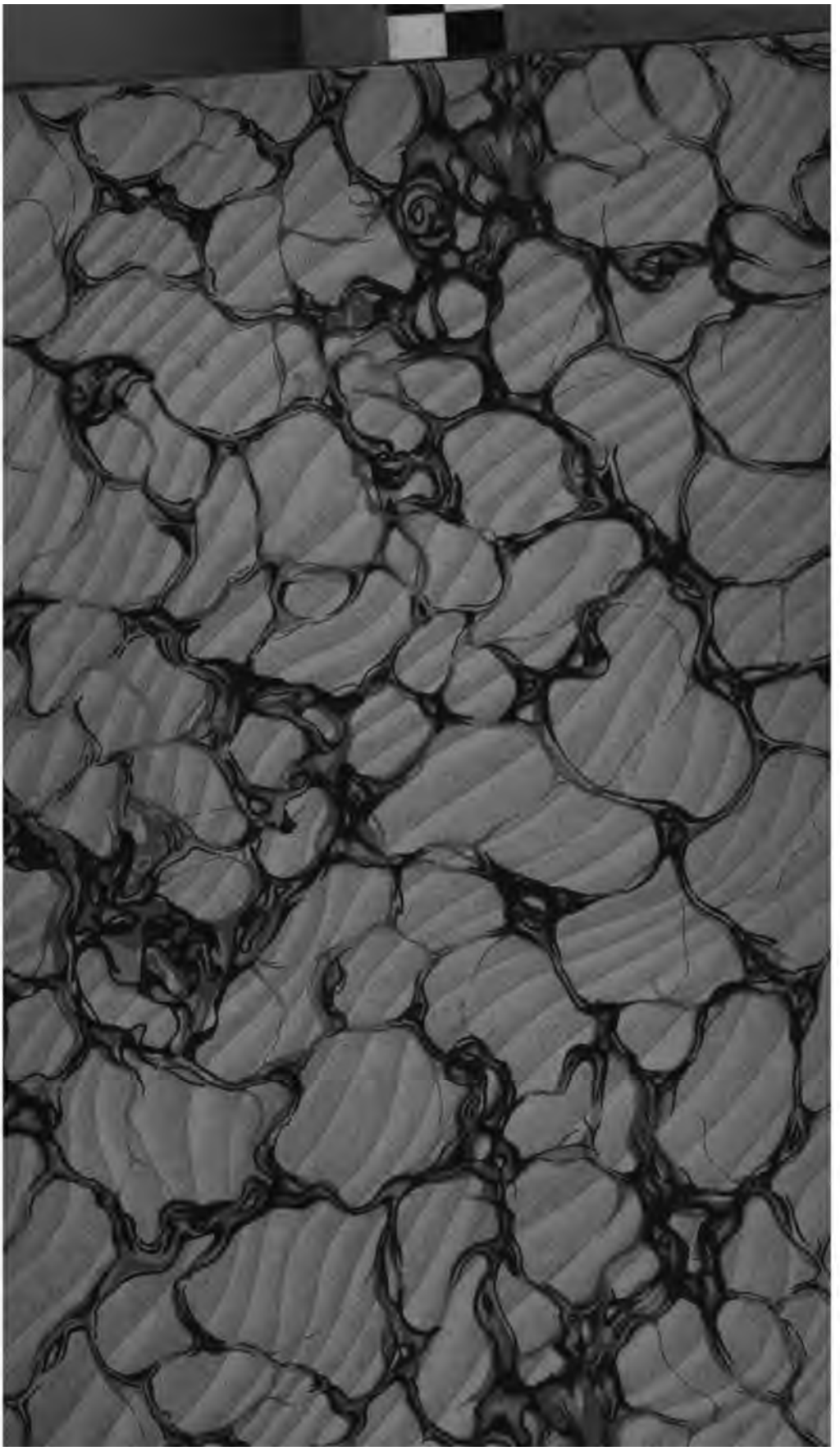
+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

**À propos du service Google Recherche de Livres**

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

B 1,023,470


ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR



GC
1
.I592

# BULLETIN

DU

# MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE

# DE MONACO

## Nos 57-87

MONACO
AU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE
—
1906

# TABLE DES MATIÈRES

*Le numéro de chaque article se trouvant au bas du recto de chaque feuillet il est très facile de trouver rapidement l'article cherché.*


Nos 57. — Cours d'Océanographie, fondé à Paris par S. A. S. le Prince de Monaco, (2e année). La Houle et les Vagues, par A. Berget.

58. — Cours d'Océanographie, fondé à Paris par S. A. S. le Prince de Monaco, (2e année). Les larves et les métamorphoses des animaux marins, par M. le Prof. L. Joubin.

59. — Notes préliminaires sur les gisements de Mollusques comestibles des Côtes de France. — Les Côtes de la Loire à la Vilaine (avec 1 carte et 2 planches), par M. le Prof. L. Joubin.

60. — Sur *Pelagothuria Bouvieri* (Holothurie pélagique nouvelle) recueillie pendant la Campagne du yacht *Princesse-Alice* en 1905, par Ed. Hérouard.

61. — Cours d'Océanographie, fondé à Paris par S. A. S. le Prince de Monaco, (2e année). Phénomènes d'Interférences. — Seiches, par A. Berget.

62. — Sur l'influence de la circulation verticale des eaux sur la production du plankton marin, par A. Nathansohn à Leipzig.

63. — Courants marins profonds dans l'Atlantique Nord (avec 3 planches), par A. Chevallier.

64. — Description d'une nouvelle larve d'Astérie appartenant très vraisemblablement à une forme abyssale, *(Stellosphaera mirabilis)*, par René Kœhler et Clément Vaney.

65. — Cours d'Océanographie, fondé à Paris par S. A. S. le Prince de Monaco, (2e année). Les îles coralliennes de la Polynésie. — Structure. — Mode de formation. — Faune et Flore, par L.-G. Seurat, chargé de Mission en Océanie.

Nos 66. — Cours d'Océanographie, fondé à Paris par S. A. S. le Prince de Monaco, (2e année). Les Cœlentérés, par M. le Prof. L. Joubin.

67. — Notes préliminaires sur les gisements de Mollusques comestibles des Côtes de France. — Le golfe du Calvados (avec 2 planches et 1 carte en couleurs), par M. J. Guérin, préparateur au Muséum d'Histoire naturelle de Paris.

68. — Cours d'Océanographie, fondé à Paris par S. A. S. le Prince de Monaco, (2e année). — Les Marées, par A. Berget.

69. — Sur la septième Campagne scientifique de la *Princesse-Alice*. Note de S. A. S. le Prince Albert de Monaco.

70. — Note sur la synonymie et le développement de quelques *Hoplophoridæ*, Campagnes de la *Princesse-Alice* (1904-1905), par H. Coutière.

71. — Cours d'Océanographie, fondé à Paris par S. A. S. le Prince de Monaco, (2e année). Considérations sur la Faune des Côtes de France. La répartition des animaux dans ses rapports avec la nature des rivages. Les côtes rocheuses, par M. le Prof. L. Joubin.

72. — Cours d'Océanographie, fondé à Paris par S. A. S. le Prince de Monaco, (2e année). Considérations sur la distribution des animaux sur les côtes océaniques de France. — Les animaux des plages, par M. le Prof. L. Joubin.

73. — Cours d'Océanographie, fondé à Paris par S. A. S. le Prince de Monaco, (2e année). Les Courants marins. — Le Gulf-Stream, par A. Berget.

74. — Cours d'Océanographie, fondé à Paris par S. A. S. le Prince de Monaco (2e année). La répartition des animaux marins sur les côtes françaises de la Méditerranée, par M. le Prof. Joubin.

75. — Cours d'Océanographie, fondé à Paris par S. A. S. le Prince de Monaco, (2e année). La Nacre et la Perle en Océanie. — Pêche. — Origine et formation des perles, par L.-G. Seurat, chargé de Mission en Océanie.

76. — Cours d'Océanographie, fondé à Paris par S. A. S. le Prince de Monaco, (2e année). Les Poissons électriques, par P. Portier.

77. — Cours d'Océanographie, fondé à Paris par S. A. S. le Prince de Monaco, (2e année). Utilité de l'étude des courants, par A. Berget.

Nos 78. — Description des Némertiens bathypélagiques capturés au cours des dernières Campagnes du Prince de Monaco (1898-1905), par L. Joubin.

79. — Anomalie de la nageoire anale chez des *Sebastes dactyloptera*, par le Dr M. Jaquet.

80. — Zoologie. — Sur les *Gennadas* ou Pénéides bathypélagiques, par E.-L. Bouvier.

81. — Observations sur les Pénéides du genre *Haliporus* Sp. Bate, par E.-L. Bouvier.

82. — Cours d'Océanographie, fondé à Paris par S. A. S. le Prince de Monaco, (2e année). Distribution des Algues : algues fixées, algues du Plankton, par M. L. Mangin.

83. — *Farrea occa* (Bowerbank) var. *foliascens* n. var., par E. Topsent, chargé de cours à la Faculté des Sciences de Caen.

84. — La teneur en acide carbonique de l'air marin, par R. Legendre.

85. — Contribution à l'étude du mode de vie et de la locomotion du Pecten, par R. Anthony, directeur-adjoint du Laboratoire maritime du Muséum d'Histoire naturelle.

86. — Institut Océanographique (fondation Albert Ier, Prince de Monaco). Séance d'ouverture des Cours d'Océanographie, le 5 novembre 1906, à la Sorbonne. Leçon faite par L. Joubin, professeur au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, professeur à l'Institut Océanographique.

87. — Campagne scientifique de la *Princesse-Alice* en 1906, liste des Stations, avec 2 cartes.

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
N° 57. — 18 Janvier 1906

# Cours d'Océanographie

## Fondé à Paris par S. A. S. le PRINCE DE MONACO

*(Deuxième Année)*

**Conférence du 11 Novembre 1905**

## *La Houle et les Vagues*

par **A. BERGET**

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,
MONSEIGNEUR,

Avant de commencer la première leçon du Cours d'Océanographie, j'ai un double remerciement à adresser tant en mon nom qu'au nom de ceux qui, comme moi ont été appelés à l'honneur de réaliser cet enseignement : le premier, à vous, monsieur le Président. Vous avez consacré par votre présence l'officialité de l'Océanographie qui a maintenant conquis son droit de cité en France. Depuis longtemps nos Universités présentaient cette lacune de ne pas avoir d'enseignement consacré à l'étude de la mer. Votre présence ici affirme qu'il s'agissait d'un besoin réel.

Le second remerciement doit s'adresser à vous, Monseigneur, d'abord pour avoir eu l'initiative de combler cette lacune, ensuite pour avoir eu l'énergie nécessaire pour réaliser cette

œuvre, en troisième lieu pour avoir fait quelque chose de plus encore que de fonder cet enseignement, pour lui avoir fourni, par vos travaux incessants, par vos campagnes annuelles, une matière toujours renouvelée. Il est plus beau d'encourager la science par ses travaux que de toute autre façon et cela n'est pas à la portée de tout le monde. *(Applaudissements.)*

MESDAMES, MESSIEURS,

Le mot d'Océanographie que vous avez lu sur les affiches annonçant ces cours, a sans doute surpris quelques uns d'entre vous. Beaucoup de personnes, en effet, m'ont dit : Qu'est-ce que l'Océanographie? Il y a donc une science spéciale de l'océan? On se figure aisément que quand on a appris dans les géographies élémentaires la nomenclature et l'emplacement des principales mers du globe, quand on a admiré les beaux spécimens réunis dans les musées et rapidement énumérés dans les traités de géologie ou de zoologie, on sait à peu près tout ce qu'il est nécessaire de connaître sur l'océan. On ne soupçonne pas que tous ces éléments réunis ne sont pas des sciences séparées, mais constituent un « bloc » formidable qui est la science de la mer, science qui doit être le point de départ de l'étude de la vie sur notre planète.

Si vous jetez les yeux sur une mappemonde, vous constatez la grande quantité d'espaces colorés en bleu et vous vous rendez compte de l'étendue considérable que l'océan occupe par rapport aux continents. Les statisticiens, hommes impitoyables autant qu'incorruptibles, vous diront que la mer recouvre environ les 75 centièmes de la surface du globe. Les continents pas plus que les corps élus ne peuvent se soustraire aux lois des majorités; la mer a la majorité; ses droits sont donc imprescriptibles, et, par conséquent, l'étude de la mer doit prédominer celle de la terre. Cette loi des majorités est d'ailleurs parfaitement justifiée lorsqu'on étudie les grands mouvements de l'atmosphère dont vous entrenait trop modestement et trop brièvement S. A. S. le Prince Albert.

Où se forment les centres d'action de l'atmosphère? Ce n'est pas sur les continents dont la surface déchiquetée, tourmentée, accidentée, ne permet pas à un régime régulier de l'air de s'établir; ils se forment sur la vaste surface ellipsoïdale, géométriquement constituée par les océans, sur laquelle les lois mathématiques de l'équilibre des fluides peuvent s'établir. Quand on les connaîtra sûrement, par une déduction logique à l'aide de prémisses savamment et sûrement posés, on pourra essayer de déduire les lois de la circulation sur les continents. C'est pourquoi il faut d'abord étudier ces mouvements sur les mers; c'est pourquoi l'étude de la mer est nécessaire.

L'Océanographie est donc une résultante, pour employer une expression mécanique; c'est la science élémentaire qui prépare à l'étude de la mer. Elle n'est pas seulement l'étude de la topographie du fond; elle est aussi l'étude physique de la mer et l'étude de la vie à l'intérieur de ses flots. Elle est tout cela; ses parties sont inséparables et quand on étudie l'une on est conduit fatalement à étudier les autres; car si l'on étudiait l'une sans étudier les autres, on aurait fait un travail vain et inutile.

Dans l'enseignement que S. A. S. le Prince de Monaco a fondé ici, vous trouverez les trois parties de l'Océanographie : l'étude physique de la mer, l'étude de la vie et l'étude de la biologie.

Puisque l'Océanographie est une science précise, il y a lieu tout d'abord de lever un premier scrupule. On est tenté de se demander comment il peut se faire qu'un science précise s'établisse sur une étendue d'eau dont les contours sont si tourmentés. Car si nous regardons un globe terrestre, rien ne semble moins régulier que les profils terminaux des continents et des mers. Ces profils terminaux sont les parois du récipient qui contient la mer; mais ici, chose remarquable, le contenant est plus petit que le contenu. Comment établir des lois scientifiques sur quelque chose d'aussi peu régulier? Avant d'étudier ce que nous allons faire dans les cinq conférences que S. A. S. le Prince Albert m'a confiées, c'est-à-dire avant d'étudier la mécanique de l'océan, je vais essayer de vous montrer que la

répartition des mers n'est pas aussi arbitraire qu'elle le semble et qu'elle obéit, au contraire, à une loi rigoureuse de symétrie géométrique.

Permettez-moi de remonter un peu dans les temps passés; nous ne nous y attarderons pas trop longtemps. Remontons, non pas jusqu'au déluge, mais beaucoup plus loin, non pas aux époques antédiluviennes, mais aux époques bien antérieures, au temps ou la terre, morceau détaché d'une nébuleuse solaire, était un bloc de matières en fusion. Cette gigantesque goutte était maintenue dans sa sphéricité par l'attraction voisine des corps célestes. Elle était formée de matériaux en fusion, par conséquent rayonnant sans cesse de la chaleur dans l'espace; elle se refroidissait régulièrement et à force de perdre de sa chaleur, elle a fait ce que ferait un bain de plomb fondu, elle a fini par se solidifier à sa surface et par se recouvrir d'une croûte qui est l'écorce sur laquelle nous vivons. Cette croûte terrestre s'est comportée exactement de la façon dont se comporte le bain de plomb fondu. Tant qu'il est à l'état liquide, le plomb forme une surface parfaitement polie et complètement plane; au contraire, dès que la surface se solidifie, elle perd sa belle régularité et on voit apparaître des rides, des stries, des boursouflures. On a alors une surface accidentée. Mais ces accidents que je pourrais appeler locaux, ne sont rien à côté de l'accident général qui se produit à cause de la forme sphérique de la terre. Toutes les fois qu'une sphère obéit à une pression extérieure qui tend à l'aplatir, elle ne s'aplatit pas suivant un disque, elle s'aplatit suivant une pyramide.

Lorsque l'Océanographie aura conquis son droit de cité dans les universités, lorsqu'elle aura son amphithéâtre dans un de nos grands établissements d'enseignement comme la Sorbonne ou le Collège de France ou le Muséum, il sera possible, à l'aide des grandes ressources en matériel dont disposent ces établissements, d'avoir des instruments qui montrent ces expériences. Aujourd'hui je vous demanderai de me croire sur parole. D'ailleurs il s'agit d'une expérience très simple que vous pourrez vous-mêmes faire chez vous.

Il suffit d'avoir un petit ballon en caoutchouc semblable à

ceux dont se servent les enfants. Si on aspire l'air contenu à l'intérieur, ce ballon se déforme. La pression extérieure produit un renfoncement. Le ballon subit une déformation semblable à celle que subirait un chapeau que l'on presserait entre ses trois doigts. Il s'y forme quatre facettes, trois au-dessus et une en dessous qui forme la base. Le tout prend l'apparence d'un solide géométrique que l'on appelle un *tétraèdre,* c'est-à-dire une pyramide à base triangulaire, dont la basse est un triangle équilatéral et les faces également des triangles équilatéraux.

La terre en cristallisant obéit donc à une pression extérieure qui la déforme; mais elle ne se déforme pas autant que notre petit ballon de caoutchouc qui ne contient que de l'air à l'intérieur; elle ne prend pas la forme d'un tétraèdre; elle *tend* à la prendre. Toutes les déformations qu'elle subit ne l'amènent pas à une forme pyramidale, mais à une modification de sa surface qui indique l'*intention* de prendre cette forme; c'est-à-dire qu'il y a trois arêtes qui sont dessinées et qui représentent les arêtes principales des continents. Il y a des parties plates qui correspondent aux faces triangulaires de la pyramide et, conséquence plus importante, le système est symétrique.

Qu'est-ce que la symétrie d'une pyramide triangulaire? Ce n'est pas tout à fait la symétrie d'un rectangle; elle consiste en ce qu'à chaque sommet est opposée une face plane.

Lorsque s'est faite la condensation des vapeurs qui, au commencement du monde, se sont précipitées sur la surface de la boule pour former les mers, que s'est-il produit? Les faces ont formé les fonds des océans; les sommets ont figuré l'émergence des continents, c'est-à-dire les parties en saillie.

Suivant cette théorie si ingénieuse due au physicien Green, il devrait y avoir une opposition diamètrale entre les continents et les océans. Regardez une mappemonde : il suffit d'y jeter les yeux pour voir que cette condition est réalisée : à chaque grand continent est opposée une étendue océanique qui comprend ses antipodes. La vérification suprême de cette théorie, sera faite si à l'un des pôles nous avons un continent et à l'autre une masse liquide. Jusqu'à ces dernières années, cela n'était qu'une hypothèse; il était réservé à l'illustre Nansen d'en faire

la démonstration expérimentale. Lorsqu'il a fait son audacieux voyage à travers la calotte boréale de la terre, voyage qu'il a poursuivi pendant trois hivers à travers les banquises du pôle, il n'a jamais cessé de sonder les profondeurs de la mer. Il a trouvé au pôle nord des profondeurs de plus de 3.000 mètres et il a ainsi démontré qu'un véritable océan occupait la calotte boréale de la terre. Au contraire, de quelque côté qu'on ait attaqué le pôle sud dans les expéditions qui ont été faites au cours de ces dernières années, on a toujours trouvé une barrière continentale.

C'est ce qu'ont démontré les recherches de Dumont d'Urville, l'expédition plus récente du *Gauss,* le voyage du *Discovery*, celui de la *Belgica* et enfin l'expédition tout à fait contemporaine du docteur Charcot.

La symétrie diamétrale de l'opposition se vérifie donc, non seulement pour les continents, mais encore pour les pôles.

Ainsi, la répartition des mers et des terres n'est pas arbitraire, mais géométrique dans son substratum général ; l'Océanographie se trouve avoir à la base de ses études une notion précise. Cette théorie du tétraèdre est d'ailleurs très féconde en résultats. Ce n'est pas ici le lieu de la développer, mais elle explique complètement les plus redoutables phénomènes qui secouent l'écorce terrestre et dont nous avons malheureusement, tant dans nos colonies que dans les pays amis, constaté en ces dernières années de tristes exemples.

*
* *

Nous avons à étudier la mécanique de la mer, entrons donc tout de suite dans notre sujet. Parler des mouvements de la mer est d'ailleurs preque faire un pléonasme, car le mot de mer est vraiment synonyme de mouvement. Jamais la mer n'est en repos, même lorsqu'elle présente cet aspect de miroir uniforme, que les marins provençaux, dans leur pittoresque langage appellent « la mer d'huile », même lorsqu'aucune ride apparente n'en remue la surface.

L'eau est toujours en mouvement, soit par suite du vent, soit par suite de l'attraction des astres voisins ; elle se soulève

de façon périodique pour retomber ensuite. Ainsi donc, la mer n'est jamais en repos. Certains de ses mouvements sont rythmés, ce sont les mouvements ondulatoires que le vent fait naître à la surface des océans.

La période de ces mouvements est de courte durée, quelques secondes. D'autres mouvements ont un rythme à longues périodes : une demi-journée, une journée, quelquefois plus. Nous en aurons des exemples lorsque nous étudierons les marées. Ce sont les phénomènes de flux et de reflux. D'autres mouvements enfin, transportent l'eau d'un point à un autre de la terre, ce sont les courants.

Nous commencerons aujourd'hui l'étude des mouvements rythmiques à courte période, ceux de la houle et des vagues.

La houle est un phénomène dont on a en petit l'image lorsqu'on laisse tomber une pièce de monnaie, par exemple, dans un bassin : on voit des cercles se former autour du point attaqué par le petit projectile. Ils semblent se promener jusqu'à la bordure de pierre qui entoure la fontaine. Ce phénomène est l'image des grands phénomènes de houle. Ils présentent la particularité caractéristique de tous les phénomènes vibratoires. Si l'on se borne à l'observation de l'œil, l'eau semble transportée en cercle jusqu'aux bords du bassin, et on voit les petits corps flottants s'agiter au passage des ondes.

Cependant, ils ne sont pas transportés, mais mis en mouvement sur place. Ce n'est donc pas de la « matière » qui est transportée, mais du « mouvement ». Les ondulations de l'eau se communiquent de molécule à molécule, mais ne transportent pas de matière et les philosophes du moyen-âge l'avaient très bien senti quand ils disaient : « *Non materia ipsa progrediens sed forma materiæ progrediens.* » C'est une vérité absolue basée désormais sur la théorie scientifique. Ces ondulations, nous les retrouvons en grand sur la mer, surtout dans les régions tropicales et équatoriales. Pas un souffle de vent ne ride la surface de la mer quand on se trouve au milieu du calme classique qui entoure la ligne équinoxiale, et cependant, il se produit de grands sillons mobiles, des montagnes d'eau qui s'élèvent et s'abaissent alternativement : elles ont une forme régulière et obéissent à des lois mathématiques.

Ce sont des ondulations, traces visibles de vagues causées par le vent à des milliers de kilomètres de là. C'est la *forme de la matière*, suivant le dicton des philosophes, qui s'est transportée jusqu'au point où l'absence de vent n'aurait pas pu la pousser elle-même.

Les lois de ce phénomène sont curieuses, puisque ce sont des molécules qui vibrent sur place : elles décrivent de petits cercles dans un mouvement tournant. Supposons une ondulation se propageant de gauche à droite ; elle est produite par des mouvements circulaires des molécules de l'eau ; celles-ci tournent et décrivent des cercles à l'endroit où elles sont ; elles ne se déplacent pas et tournent sur place dans un plan vertical.

Je vous les figure sur ce tableau, décrivant un cercle dans le sens de la rotation des aiguilles d'une montre. Vous voyez qu'il se produit dans la partie creuse un petit mouvement particulier des molécules d'eau dans le sens inverse de la propagation, sur les sommets, au contraire, les deux mouvements sont du même sens. Tel est le caractère fondamental de la formation de la houle. Il a été mis en évidence par l'expérience. On peut le reproduire en petit dans une cuve de verre à faces parallèles, comme un aquarium. Il suffit de matérialiser les molécules d'eau pour les rendre visibles à l'œil nu.

Deux savants allemands, premiers apôtres de l'Océanographie dans leur pays, les frères Weber, ont mélangé à l'eau de petites particules d'un corps ayant la même densité, l'ambre jaune pilée. Ces petites particules flottent dans l'eau sans monter ni descendre. Mais si les molécules d'eau auxquelles les particules d'ambre sont attachées sont soumises à un mouvement ondulatoire, on voit un mouvement orbitaire se produire sur les molécules d'ambre elles-mêmes.

Voilà ce qui se passerait si nous étions dans des milieux infiniment profonds. Si l'on quitte la surface et si l'on s'approche du fond, ces cercles qui représentent les trajectoires des molécules s'aplatissent, deviennent des ellipses, et tendent de plus en plus vers des lignes droites, décrites de gauche à droite et de droite à gauche, alternativement. Les molécules d'eau se promènent alors sur des ellipses infiniment plates, la ligne droite est la *limite* de l'ellipse, comme disent les mathématiciens.

La constatation de la régularité de ce mouvement a tenté les mathématiciens, gens curieux, mais bien utiles. Ils ont donc mis en équation ce mouvement et fait la théorie mathématique de la houle. Ce n'est pas le lieu de vous exposer cette théorie. Je veux seulement vous montrer à l'aide de quels principes simples elle peut s'établir.

Nous avons affaire à un mouvement de rotation circulaire. Il est donc élémentaire de s'adresser à la représentation mathématique de la rotation d'un cercle sur une droite, c'est-à-dire à la courbe appelée épicycloïde. Les cercles étant assujettis à rouler sur une ligne droite, la courbe ainsi définie est celle que les mathématiciens appellent la trochoïde; elle s'exprime par deux équations simples que je me bornerai à écrire; ceux d'entre vous qui ont fait des mathématiques spéciales pourront se donner le plaisir intime de résoudre ces équations une fois rentrés chez eux. Les voici :

$$\begin{cases} x = r\,\theta + a \sin \theta \\ y = r + a \cos \theta \end{cases}$$

Il n'y a plus qu'à *éliminer* l'angle $\theta$ entre ces deux relations.

Comme je l'ai dit, ce n'est pas le moment de résoudre ce problème, puisque nous faisons de l'Océanographie plutôt descriptive, mais vous voyez avec quelle simplicité il se met en équation. Et ce n'est pas un simple jeu de l'esprit, car le problème comporte des applications pratiques. Comme le disait le Prince, une science doit à elle-même, à sa dignité, de justifier son existence par l'importance de ses applications. Eh bien! dans le tracé du profil de nos vaisseaux, auxquels on demande tant de vitesse, la trochoïde intervient : il est indispensable de ne pas négliger les courbes de formation des ondes. Nos ingénieurs doivent tenir compte de la formule trochoïdale dans la forme de la coque. Puisqu'on force, par l'intrusion du navire en mouvement, les molécules d'eau à s'écarter, il faut leur frayer le chemin le plus facile et qui s'accorde le mieux avec leurs habitudes. Il faut donc faire des coques permettant à l'eau de glisser suivant une trochoïde. Voilà comment on a fait de grands

progrès dans l'art de la construction navale ; c'est parce qu'on s'est d'abord donné la peine d'étudier la mer. *(Applaudissements.)*

Dans une telle étude, j'aurai plusieurs questions à serrer de près. Quand on étudie expérimentalement la houle sur les océans au lieu de l'étudier théoriquement dans un aquarium, on mesure la distance entre les deux crêtes successives de vagues, c'est ce qu'on appelle la *longueur d'onde.* On mesure la *hauteur* verticale de chaque vague et la distance qui sépare son sommet de son creux. On mesure encore le temps que met une crête à succéder à une autre : c'est la *période.* Enfin, on mesure la vitesse avec laquelle ce mouvement apparent se propage, c'est-à-dire la *vitesse de propagation.*

Mesurer la vitesse et la période sont des opérations qui se font chronométriquement avec une facilité relative. Supposons un navire stoppé : pour mesurer la période, un observateur muni d'un chronomètre, note le temps qui s'écoule entre le passage de deux crêtes ; la vague, en effet, glisse devant lui. S'agit-il de mesurer la vitesse de propagation ? Deux observateurs se déplacent le long du navire, jusqu'à ce que, par tâtonnements, chacun note au même moment le passage d'une crête devant lui ; on mesure alors la distance qui sépare les deux observateurs sur le pont. Cette distance est la longueur d'onde.

On étudie la vitesse de propagation de la même manière : le navire étant arrêté, on mesure le temps que met une crête à parcourir une longueur donnée. Ces indications s'expriment, elles aussi, mathématiquement et on a trouvé une loi dont vous verrez les applications remarquables, qui s'exprime par une formule simple, analogue à celle d'un pendule, tant pour la propagation que pour la vitesse.

La question de la hauteur des vagues est beaucoup plus importante. Les vagues constituent le plus grave obstacle contre lequel l'homme ait à lutter sur mer.

Les ondulations dont je viens de parler sont celle de temps calme. Elles représentent ce qui se passe lorsque, comme on le dit, le régime permanent est atteint, mais si au calme succède une période de vent, la grandiose régularité du phénomène disparaît. On ne remarque plus les belles montagnes de houle bien alignées jusqu'à l'horizon auxquelles j'ai fait allusion, et

on a alors des vagues *forcées*. Le vent pénètre de plus en plus entre les vagues et celles-ci offrent au vent la prise d'une véritable voilure.

Dès lors, il n'y a plus moyen que les molécules continuent à vibrer sur place. Quand on offre au vent une surface quelconque, celui-ci tend à la chasser devant lui, et les surfaces les plus résistantes, comme des murs, finissent par céder. Il est donc naturel qu'une surface fluide et mobile, comme celle d'une vague, qui a plusieurs mètres de hauteur, obéisse au vent. On a alors les vagues dites forcées et on réserve le nom de houle et d'ondulations aux phénomènes réguliers et isochrones que nous avons décrits tout d'abord.

Ces vagues forcées perdent leur symétrie; elles n'ont plus deux versants égaux. La vague se creuse sous le vent; lorsque celui-ci vient à augmenter, la partie supérieure qui est plus exposée puisqu'elle est plus élevée et qui est en même temps moins résistante puisqu'elle correspond à la partie la moins épaisse de la vague, se trouve peu à peu projetée en avant; elle vient surplomber la vallée qui la précède et elle s'écroule, n'étant plus appuyée par les molécules sous-jacentes; en s'écroulant elle emprisonne une masse d'air qui s'échappe en bulles et qui constitue l'écume. C'est cette écume que les marins appellent des *moutons*, que l'on voit sur la grosse mer et dont la photographie que voici va vous montrer un spécimen. (Projection.)

Lorsqu'on veut mesurer la hauteur de ces vagues, on a à résoudre un problème pratique. On se trouve généralement sur un navire, c'est-à-dire sur un support essentiellement mobile. On s'élève alors dans la mâture du navire jusqu'à ce qu'on voie se profiler sur un même plan horizontal les crêtes de toutes les vagues qui suivent; la hauteur à laquelle on se trouve indique la hauteur des vagues.

Cette hauteur peut être considérable; cependant elle n'atteint pas les chiffres que les récits des voyageurs de l'antiquité et du moyen âge ainsi que l'imagination de certains marins ont indiqués. Des navigateurs anciens ont prétendu que les vagues atteignaient jusqu'à 30 ou 40 mètres; La Pérouse signale même des vagues atteignant 30 toises, ce qui ne ferait pas loin de $60^m$.

Aujourd'hui que les observations sont devenues plus précises, et que l'on a non plus des estimations, mais des mesures exactes, nous savons à quoi nous en tenir sur cette hauteur des vagues. Les plus hautes ont été observées dans les mers du sud, dans ce vaste océan qui fait le tour de la terre au sud du cap Horn et du cap de Bonne Espérance, où aucun obstacle solide ne vient troubler le régime établi pour les ondulations de la mer et sur lequel, toute l'année, soufflent des vents d'ouest très violents. La hauteur de ces vagues n'a jamais, on peut l'affirmer sans crainte, dépassé 18 mètres, et, pratiquement, la plus grande hauteur de vague observée est d'environ 16 mètres. C'est déjà une belle dimension : c'est la hauteur du balcon d'une maison de Paris à cinq étages.

Ces observations sont le résultat d'une grande quantité de déterminations et il n'est possible d'établir ces chiffres qu'avec des moyennes. Les plus hautes vagues observées dans l'océan Indien sont à peu près de 11 mètres; les plus fortes observées dans l'Atlantique sont de 8 à 9 mètres et celles de la Méditerranée de 5 à 6 mètres.

Permettez-moi de vous montrer une petite épure que j'ai dessinée et qui représente des profils de vagues à l'échelle exacte, c'est-à-dire avec leur longueur et leur hauteur relatives. On est généralement frappé du faible escarpement que présentent les vagues, même les plus fortes.

Le petit dessin qui est à la partie supérieure représente les vagues les plus hautes qui aient été observées, c'est-à-dire celles de la mer du sud dont je vous ai parlé.

La longueur des vagues est d'environ 20 à 25 fois leur hauteur; la distance entre deux sommets consécutifs est donc ici de 300 mètres, ce qui fait des collines dont la déclivité est très douce.

J'ai dessiné à l'échelle exacte un trois-mâts du type des grands voiliers français de 2.500 à 3.000 tonnes et de 75 mètres de long. Vous voyez quelle est la grandeur relative de ce navire par rapport aux vagues sur lesquelles il est appelé à naviguer. Sur le second dessin est un paquebot du type de ceux des

Messageries maritimes. Vous pouvez constater qu'il n'arrive pas à remplir l'intervalle qui sépare deux crêtes consécutives.

Au-dessous j'ai dessiné une vague de l'Atlantique, de 8 mètres de hauteur, et d'une longueur de 160 mètres. Les deux navires qui sont représentés sont l'un le profil du nouveau paquebot transatlantique en armement à Saint-Nazaire, *La Provence*, l'autre un petit navire à vapeur, soit un yacht, soit un ancien aviso de la flotte, d'une longueur de 50 mètres. Vous voyez que le paquebot peut reposer sur deux crêtes consécutives, puisque sa longueur est de 195 mètres.

Vous vous rendez compte combien cette étude est importante pour la construction des navires. Il faut connaître les circonstances qui peuvent se produire lorsque le navire est soulevé et qu'il n'est soutenu que par son milieu; sa carcasse peut alors avoir à résister à un effort considérable provenant du poids de ses deux extrémités. On a vu un triste exemple de cette vérité il y a quelques années dans la catastrophe qui a atteint le torpilleur anglais *Viper* qui, soulevé par une vague a été brisé en deux parce que sa coque était trop peu résistante.

Enfin j'ai dessiné des profils de vagues dans des conditions complètement différentes de celles des grands océans. En effet lorsqu'un mouvement ondulatoire se propage, il n'est parfaitement régulier que s'il peut se propager librement sur une vaste étendue comme en présentent l'Atlantique, le Pacifique et certaines mers du sud. Mais dans une mer fermée, comme la Méditerranée, les conditions sont tout à fait différentes. Si un mouvement ondulatoire se produit, il se réfléchit sur toutes les parois de ce bassin fermé; alors qu'une onde directe arrive dans un sens, une onde réfléchie arrive dans l'autre et donne naissance au phénomène bien connu sous le nom d'*interférences*. C'est le même phénomène que celui que produisent les stratifications des ondes dans les tuyaux sonores, stratifications qui ont été utilisées en optique par le professeur Lippmann, de la Sorbonne, pour sa magistrale découverte de la photographie des couleurs. Lorsque deux ondes se rencontrent en sens contraire, tantôt elles ajoutent leurs amplitudes vibratoires et la hauteur des vagues est doublée, tantôt, au contraire, ces amplitudes

se détruisent et l'interférence aboutit alors à une diminution du mouvement. Le résultat est que le régime ondulatoire est moins régulier et surtout que les vagues sont plus courtes. C'est ce qui se produit dans la Méditerranée où l'on constate des vagues de 5 mètres mais dont la longueur, au lieu d'être 25 à 30 fois la hauteur n'est plus que 8 à 9 fois, c'est-à-dire de 35 à 40 mètres.

Ce schéma représente un conflit entre plusieurs systèmes d'ondes. C'est le phénomène qui se produit dans le cyclone qui est une tempête tournante. Chacun des éléments de cette tempête donne naissance à un mouvement ondulatoire qui a, chaque fois, une direction différente puisque le vent décrit un cercle complet. Alors la mer est *démontée* et les vagues n'obéissent plus à aucune loi. Leur hauteur atteint des dimensions extraordinaires, la mer n'est plus tenable. J'ai figuré à l'échelle du dessin un cuirassé d'escadre au milieu d'une mer de centre de cyclone; ici les vagues peuvent atteindre des hauteurs de 20 et de 25 mètres; elles *déferlent* sur le pont des navires et détruisent tout. Il faut au capitaine un grand sang-froid et aux équipages beaucoup d'habileté et de courage pour arriver à se tirer de ces circonstances dangereuses.

On s'est beaucoup préoccupé l'année dernière des vagues de la Méditerranée à l'occasion d'une grande épreuve sportive; on a beaucoup parlé des vagues « hautes comme des montagnes » qui avaient empêché ces pauvres canots automobiles, d'ailleurs pleins d'ardeur, de traverser la Méditerranée entre Alger et Toulon. Les photographies, témoins plus sincères que les dessins, un peu dramatiques, des artistes qui ont « illustré » cette traversée, montrent que la mer était, ce jour là, parfaitement maniable.

On est tenté, en effet, de s'exagérer la hauteur des vagues, et cela, en toute bonne foi et sincérité. Voici pourquoi : Quand on est sur un navire et qu'il descend sur la pente d'une vague, pour évaluer sa hauteur, il faudrait que le navire fût dans le fond et que l'observateur estimât l'angle que fait le rayon visuel allant au sommet de la vague avec un plan horizontal.

Or, par un sentiment de vanité bien naturel, on est tenté de

reporter la réalité à ses intentions; l'intention de l'observateur est de maintenir le navire horizontal, et il admet difficilement que le mouvement de la mer le trouble dans cette horizontalité. Il est toujours enclin, même quand son navire descend sur le flanc de la vague, à admettre que le pont reste horizontal, et au lieu d'apprécier l'angle réel, il apprécie celui que fait la direction du pont incliné avec le rayon visuel qui va vers la crête de la vague suivante. Il estime donc, en toute sincérité, les vagues au double de leur hauteur.

On a toujours affaire à des vagues forcées ou à des vagues de houle. Dans les calmes tropicaux, malgré l'absence totale de vent, on constate toujours qu'il y a encore de la houle. Ce sont ces longues ondulations qui troublent si fort le cœur des navigateurs novices et les obligent à faire à Amphitrite de cruels sacrifices. Jusqu'à présent, aucun remède n'a été trouvé contre ce « mal de mer » qui écarte de l'Océanographie beaucoup de ceux qui aimeraient à se livrer à son étude. Il faut espérer que les travaux des physiologistes arriveront à triompher de ce mal qui semble jusqu'ici invincible. Il y a encore de l'avenir pour la pathologie!

A quelle profondeur se font sentir les vagues qui remuent si fort la surface? Le problème a une importance pratique considérable. Les travaux de laboratoire ont démontré que dans une cuve parfaitement tranquille, une ondulation de la surface se faisait sentir jusqu'à une profondeur de 300 ou 350 fois la longueur, c'est-à-dire qu'une petite vague de un mètre agite les couches inférieures de l'eau à 350 mètres, et les vagues de l'océan Indien, qui atteignent 10 mètres troubleraient encore le fonds à 3.500 mètres de profondeur; mais ceci est le résultat d'expériences de laboratoire, faites en petit. A-t-on vraiment le droit d'*extrapoler* quand il s'agit de l'océan immense?

Au point de vue absolument pratique, les conditions sont différentes. On peut se demander, par exemple, à quelle profondeur doit s'immerger un sous-marin pour ne plus ressentir l'agitation superficielle de la mer, pour être à l'abri de toutes les perturbations.

Ces perturbations sont occasionnées par les vagues super-

ficielles qui troublent les parties voisines du fond, et qui ont une importance considérable. En particulier, ce sont ces perturbations qui ont empêché de poser un câble télégraphique entre l'Islande et les îles Feroë. Quelque faible que soit l'amplitude du mouvement qui anime les eaux du fond de la mer, un câble immergé s'y trouve continuellement soumis et entre l'Islande et les îles Feroë se trouve un seuil de roche, le seuil Wyville-Thomson, sur lequel le câble serait appelé à reposer. Si le mouvement de droite à gauche, le mouvement d'ellipse, agitait le câble sur la lime de granit que forme le rocher du fond, celui-ci serait promptement coupé et rendrait illusoires tous les sacrifices qu'il aurait coûtés.

Ainsi donc, les plus petites expériences d'Océanographie peuvent se traduire par des conséquences importantes. Les mers dont la profondeur est très faible, comme la Manche, ont leurs eaux troubles, jaunâtres, boueuses. Les vagues de 3 ou 4 mètres qu'on observe dans la Manche transmettent aisément l'agitation aux faibles profondeurs qui ne dépassent jamais 100 mètres dans cette mer et les atteignent rarement. Aussi, les sables du fond sont-ils constamment agités et l'eau a toujours un aspect trouble.

Nous sommes loin de la belle couleur d'azur, de la Méditerranée et des grande profondeurs.

La puissance destructive et brisante des vagues est considérable. Quand une de ces vagues énormes dont j'ai parlé se rue à l'assaut d'une côte, elle met en jeu l'énergie représentée par sa force vive, c'est-à-dire le produit de sa masse par le carré de sa vitesse. Or, cette vitesse atteint quelquefois 25 milles marins à l'heure, c'est-à-dire environ 42 kilomètres. Une vague de 10 mètres de hauteur représente des milliers de tonnes d'eau, des millions, si la vague est longue. Etant donné qu'elle attaque une falaise à la vitesse de 42 kilomètres, on voit quelle force vive formidable est dépensée.

Il n'est donc pas surprenant de voir la plupart des côtes exposées à l'assaut des lames du large déchiquetées par l'assaut de la mer et toutes les fois qu'une lame arrive à terre, c'est toujours en déferlant.

Sur la projection que je vous montre en ce moment, vous apercevez une mer en apparence calme. Néanmoins, vous voyez se dessiner deux petites rides, l'une lointaine et l'autre près de la terre. Cela tient à ce que lorsque la mer devient moins profonde, près du rivage, les molécules superficielles cheminent avec la même vitesse et les molécules voisines du fond sont ralenties. Elles prennent du retard sur celles situées au-dessus d'elles, ou plutôt, les molécules du dessus prennent de l'avance sur celles du fond.

La forme de l'ondulation est détruite, les molécules de la vague supérieure sont en surplomb, et s'écroulent *en déferlant;* il s'échappe des bulles d'air : c'est le phénomène bien connu sur toutes les côtes. Les arceaux que vous voyez sur la présente photographie sont dus à l'action démolissante des vagues.

Voici encore des vagues déferlantes, mais nous sommes dans une mer moins calme, et au lieu d'une lame déferlante unique, il y en a plusieurs, les unes derrière les autres. La partie inférieure de cette projection montre l'accumulation des débris que la mer a arrachés à la côte.

Voici une photographie prise près d'Etretat; ce sont des rochers que beaucoup d'entre vous connaissent bien. Ils donnent une idée de la force brisante considérable de la mer. C'est un beau spécimen de l'action des vagues. Celles-ci peuvent représenter une force de 30 tonnes par mètre carré, autrement dit, arrivant du large sur une surface de un mètre carré, elles produisent un effort égal à 30.000 kilogr. ou encore 3 kilogr. par centimètre carré, équivalant à une pression de trois atmosphères. Un pareil choc se produit, non pas isolément, mais toutes les 8 ou 10 secondes, ou au moins toutes 15 secondes pendant des journées entières. Alors, les dégâts deviennent extraordinaires. Le phénomène de l'interférence devient consirable; les ondes réfléchies s'élèvent à une hauteur difficile à imaginer. Par exemple, le phare d'Eddystone à l'entrée de la Manche, qui a 52 mètres de hauteur se trouve parfois complètement enveloppé par la mer. L'eau dépasse la lanterne dans les tempêtes d'Ouest et de Sud-Ouest.

On comprend qu'elle action destructive les vagues peuvent

avoir sur les travaux de l'homme. Voici sur cette photographie, l'aspect des dégâts faits à la digue de Cherbourg pendant une tempête qui a eu lieu en 1894. Un coup de mer a, comme un gigantesque emporte-pièce, emporté la maçonnerie sous le couronnement de la construction.

Voici le même ouvrage vu du chemin de ronde : De pareils coups de mer sont un désastre. On comprend aisément ce qui arriverait s'ils atteignaient un navire désemparé au milieu de l'océan.

Voici des dégats faits sur la jetée Est dans la même année. Elle a été brisée comme par un coup de hache.

Quelle que soit la solidité des constructions qu'il élève, l'homme a toujours à compter avec une force supérieure à la sienne.

Cette force, il sera peut-être un jour possible de l'enlever à sa destination malfaisante et de l'utiliser. Peut-être arrivera-t-on à capter, non seulement la force des vagues, mais celle plus docile des marées.

Alors sera résolu un des plus grands problèmes qui soient posés. Ces forces, il est possible de les évaluer numériquement. Une vague de 10 mètres de hauteur faisant 25 milles à l'heure développe 2.000 chevaux-vapeur par mètre courant transversal. C'est dire la force inépuisable que renferment les vagues de la mer.

Quand ces forces seront accumulées, captées, transformées en électricité, lorsqu'elles fourniront ainsi l'énergie indispensable à toute les industries, il ne sera plus nécessaire que des milliers de vies humaines aillent arracher péniblement le charbon des entrailles de la terre, dans une atmosphère irrespirable.

Et l'Océanographie aura montré par la plus grandiose de ses applications qu'elle est non seulement une science exacte et rigoureuse, mais encore une science essentiellement humanitaire, ce qui est le but final de toute science. *(Applaudissements.)*

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
N° 58. — 29 Janvier 1906.

# Cours d'Océanographie

## Fondé à Paris par S. A. S. le PRINCE DE MONACO

*(Deuxième Année)*

**Conférence du 25 Novembre 1905**

## *Les larves et les métamorphoses des animaux marins*

par **L. JOUBIN**
Professeur au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris.

MESDAMES, MESSIEURS,

La question que j'ai à exposer ce soir est l'une des plus compliquées, des plus mystérieuses et des plus difficiles de la biologie.

Il s'agit de l'étude des œufs, des embryons et des larves des animaux marins.

Les formes et les métamorphoses des animaux larvaires sont en effet infiniment variées, et l'ensemble de nos connaissances sur ce sujet constitue la partie de la science à laquelle on a donné le nom d'embryologie.

Je n'ai naturellement pas la prétention de vous donner dans l'heure dont je dispose un aperçu, même succinct, de l'ensemble des phénomènes embryogéniques qui se passent dans les grandes familles du règne animal.

Je suis forcé de limiter mon sujet, et puisque nous nous occupons seulement ici de ce qui se rapporte à l'Océanographie, je me bornerai à vous entretenir des animaux marins, en supprimant les considérations relatives aux animaux terrestres et d'eau douce. Et parmi les embryons des animaux marins je vous parlerai que des larves pélagiques, qui d'ailleurs en représentent la grande majorité.

Vous vous souvenez peut-être que dans une des conférences que j'ai eu l'honneur de faire ici l'an dernier, je vous ai parlé des animaux pélagiques. Je vous ai montré que ces êtres innombrables étaient le plus souvent transparents, qu'ils nageaient soit à la surface, soit dans les couches profondes de la mer, que les uns, fort agiles, étaient d'excellents nageurs, tandis que les autres se laissaient entraîner passivement par les courants. Je ne reviendrai pas plus longuement sur ces notions en ce qui concerne les animaux adultes, mais nous les utiliserons à à plusieurs reprises à propos de leurs larves.

Lorsque l'on promène à la surface de la mer un filet d'étamine de soie, on capture en grand nombre les animaux pélagiques. On en trouve de toutes sortes accumulés dans le fond du filet.

Mais on récolte en bien plus grande quantité encore, pourvu toutefois que la gaze du filet soit d'un tissu très serré, les œufs et les larves de la plupart de ces animaux pélagiques.

Ils sont quelquefois en si grand nombre que l'eau dans le filet en est épaisse, et le tout forme une sorte de purée grenue et gélatineuse.

Lorsqu'on examine cette matière au microscope on y voit s'agiter une foule innombrable de petits êtres aux formes étranges, aux couleurs souvent fort belles, et presque toujours transparents.

L'examen de ces petits êtres est grandement facilité par l'ingénieux appareil que le Dr Richard a récemment inventé et décrit dans le Bulletin du Musée Océanographique de Monaco. Je ne saurais trop recommander également aux personnes que ces recherches intéressent, l'admirable microscope stéréoscopique construit par la maison Zeiss; un appareil binoculaire

photographique, qui s'y adapte, permet de fixer instantanément les images si délicates de ces larves marines.

Il a fallu de longues études et les yeux patients de nombreux naturalistes pour débrouiller ce chaos de larves qui la plupart du temps ne ressemblent pas du tout à leurs parents, ainsi que vous pourrez en juger tout à l'heure. Il a fallu souvent suivre pendant des années, au milieu de mille difficultés, l'évolution de ces petits êtres pour remonter à leur point de départ et les observer jusqu'à leur état adulte, en reliant entre eux les stades divers par lesquels ils passent. Ce n'est qu'au prix d'une patience à toute épreuve que l'on peut suivre ces fragiles existences à travers les enchaînements de leurs métamorphoses.

Si nous pouvons nous flatter d'avoir actuellement des notions sur l'évolution de quelques représentants des grandes familles zoologiques, en revanche quel n'est pas le nombre des espèces animales pour lesquelles nous ne possédons aucun renseignement embryogénique.

Il est probable et même certain que de très nombreux faits importants nous échappent encore, et je ne saurais trop engager les jeunes naturalistes qui me font l'honneur de m'écouter à entreprendre des recherches dans cette voie. Elles sont extrêmement délicates et difficiles, mais passionnantes et fructueuses. Elles demandent une longue patience, mais n'est-il pas entendu, à priori, que tout naturaliste est patient?

Il existe sur les côtes de France une série de laboratoires maritimes, où les moyens les plus perfectionnés sont mis à la disposition des naturalistes pour ces recherches d'Océanographie biologique ; il y trouveront une abondance de matériaux d'étude, parmi lesquels une des plus grandes difficultés sera peut-être de choisir.

Certaines de ces larves se trouvent pendant toute l'année sous nos climats dans le plankton ; mais en hiver elles sont peu abondantes. Au contraire pendant la belle saison, lorsque la température de l'eau est suffisamment élevée, elles deviennent innombrables et forment en quelque sorte la base du plankton dont elles constituent la plus grande partie.

Cherchons pour le moment à jeter un peu de lumière au

milieu de toutes ces formes larvaires en suivant quelques fils conducteurs qui nous permettront de retrouver leur origine et d'entrevoir leur destinée.

Lorsqu'on effectue une pêche de plankton au filet fin on trouve dans la poche de cet engin non seulement les animaux les plus divers mais aussi leurs œufs.

Examinons d'abord ces œufs. Ce sont des sphères ordinairement fort petites et que souvent l'on ne peut voir qu'au microscope. Les uns sont transparents, les autres opaques. Chacun de ces œufs se compose d'une petite masse de protoplasma vivant dans lequel se trouve un noyau, et de petits grains d'une substance graisseuse destinée à l'alimentation de l'embryon pendant les premiers temps de son existence. C'est, en somme, une cellule spécialisée mais tout à fait comparable à une cellule quelconque.

Les parties que je viens d'énumérer sont quelquefois les seules qui constituent la cellule-œuf; mais, bien plus fréquemment, elles sont enfermées dans une mince coque protectrice, à l'abri de laquelle se passent les premières périodes de l'existence du jeune animal.

Ainsi constitué cet œuf a une densité voisine de celle de l'eau de mer; mais, pour peu qu'il soit légèrement plus lourd, il va, aussitôt pondu, tomber vers le fond et la suite de son évolution ne se produira que parmi les algues et les pierres des régions voisines de la côte.

C'est le cas, par exemple, de l'œuf du hareng et de divers autres Poissons qui pondus sur le sol marin y demeurent attachés.

Si au contraire l'œuf est un peu plus léger que l'eau il flottera pendant tout son développement; tel est, par exemple, l'œuf de la Sardine. Ce qui rend ces œufs pélagiques plus légers que l'eau c'est une fine gouttelette d'huile renfermée dans la coque et qui leur sert de flotteur. — Supposons donc que nous ayons affaire à des œufs flottants et voyons ce qui va se passer à l'intérieur aussitôt après la fécondation.

L'œuf, qui a l'air d'un objet inerte, est au contraire très vivant et l'activité vitale y est très grande. Chez quelques

animaux les phénomènes qui s'y produisent évoluent si rapidement que quelques heures à peine s'écoulent entre le moment où l'œuf est pondu et celui où la larve éclot.

L'œuf dont je vous ai entretenu jusqu'ici est constitué par une cellule unique; or l'animal qui doit en sortir sera formé par un grand nombre de cellules qui constitueront ses organes et ses tissus; il faut par conséquent que tous ces appareils compliqués dérivent de cette cellule primitive.

Pour arriver à cette organisation complexe intervient une série de phénomènes dont le premier, connu sous le nom de segmentation, consiste dans le partage de la cellule initiale en un grand nombre de nouvelles cellules. Envisageons seulement le cas le plus simple.

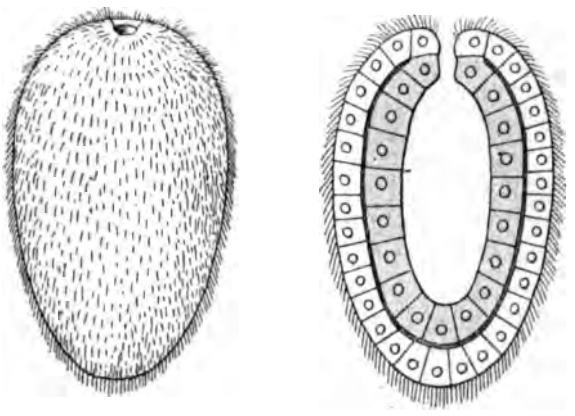


FIG. 1. — Larve *gastrula*. A gauche, vue extérieure; à droite, coupe longitudinale de cette larve.

La cellule-œuf se divise en deux, chacune d'elles en deux autres, puis celles-ci encore en deux et ainsi de suite. Le nombre croit en proportion géométrique 2, 4, 8, 16, 32, etc.

On arrive ainsi, dans le cas le plus simple, à un petit corps assez semblable à une framboise, la *morula ;* c'est la première ébauche de la larve.

Un peu plus tard, par des procédés divers qu'il serait trop en dehors de mon sujet d'indiquer en ce moment, cette larve acquiert un orifice qui s'ouvre dans une cavité jouant le rôle d'estomac.

Dans cet état la larve à laquelle on donne le nom de *Gastrula* est un petit sac, à double paroi, dont la plus extérieure est destinée à former la peau, le système nerveux, les organes des sens, c'est le feuillet sensitif; l'autre, interne, est destinée à former le tube digestif et tous les organes qui en dépendent, c'est le feuillet nutritif (Fig. 1).

Enfin, plus tard encore, entre ces deux feuillets primitifs, viendra s'en intercaler un troisième qui est destiné à former les muscles, le sang, diverses glandes, les os, etc.

Fig. 2. — *Lineus geniculatus* Delle Chiaje; adulte gr. nat. (d'après Bürger).

Remarquez que cette répartition des organes à construire, entre les éléments fondamentaux, se retrouve chez tous les animaux, et cela, que leurs œufs soient microscopiques ou très gros.

Examinons le petit embryon simple dont je vous ai indiqué la formation; remarquez que je n'ai pas précisé à quelle classe du règne animal il appartient, c'était inutile, tant ces phénomènes sont, dans leurs grandes lignes, généraux.

Deux cas peuvent se présenter :

1° Ou bien l'embryon appartient à un animal dont les larves n'éclosent qu'à un état de perfectionnement plus avancé. Il va donc continuer à se développer à l'abri de la coque de son œuf.

2° Ou bien l'embryon appartient à un animal chez qui l'éclosion de la larve est précoce; elle va de bonne heure briser sa coque et devenir libre dans la mer.

Mais cette petite larve libre est dans un état rudimentaire; elle serait incapable de se déplacer et de se nourrir, et il faut qu'elle acquière un organe locomoteur qui lui permette de poursuivre sa nourriture.

Elle se couvre alors d'une véritable toison de petits filaments très fins, de cils vibratiles, dont les battements permettent au jeune animal de nager (Fig. 1).

Cette petite larve ciliée est extrêmement commune chez les animaux marins; beaucoup d'entre eux commencent leur existence libre dans cet état et acquièrent ensuite le reste de leurs organes en nageant.

On peut se demander pourquoi, parmi ces animaux, les uns continuent leur évolution en pleine liberté, tandis que les autres restent enfermés beaucoup plus longtemps dans leur coque, dont ils ne sortent que dans un état bien plus perfectionné.

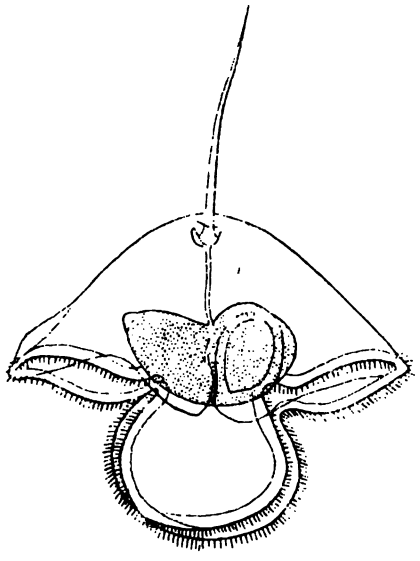


Fig. 3. — *Pilidium*. Larve pélagique de Nemertien. (D'après Bürger).

Pour plus de clarté nous réduirons la solution du problème à une simple proportion de la réserve de nourriture contenue dans l'œuf.

Tous les œufs renferment une certaine quantité de matière alimentaire que l'organisme maternel y a déposée; s'il y en a beaucoup l'œuf est très gros et très lourd, et l'embryon trouve dans son œuf tous les matériaux nécessaires à la constitution

de ses organes; il ne brisera la coque qu'à un moment où il aura acquis un état voisin de celui qu'il gardera définitivement. C'est le cas par exemple de l'œuf de la poule, dont le jaune, qui constitue la provision de nourriture, est suffisant pour mener l'embryon jusqu'à l'état de petit poulet. Il en est de même pour certains poissons de mer, les Raies par exemple dont l'œuf est au moins aussi gros que celui de la poule, et d'où la petite Raie sort tout à fait terminée et n'ayant plus qu'à grandir.

Fig. 4. — Chétoptère. Annélide sédentaire extraite du tube parcheminé où elle vit. — *(Cliché Hachette).*

Si, au contraire, la réserve nutritive est peu abondante, quelquefois même presque nulle, l'œuf sera très petit, et l'embryon l'aura très vite épuisée; lorsqu'il sortira de la coque de son œuf il sera encore dans un état rudimentaire, et il sera obligé de chercher longtemps sa nourriture avant d'arriver à l'état adulte. Il sort de l'œuf à l'état de larve, souvent microscopique, et n'ayant quelquefois atteint que tout au plus la forme gastrula dont je vous parlais tout à l'heure; il est donc encore très éloigné de sa structure et de son aspect définitifs.

Une autre conséquence de cette variabilité dans l'abondance de la réserve nutritive de l'œuf est la suivante.

Les animaux qui pondent de gros œufs ne peuvent naturellement en pondre qu'un petit nombre. On ne conçoit pas une poule capable de pondre cinq ou six millions des œufs que nous

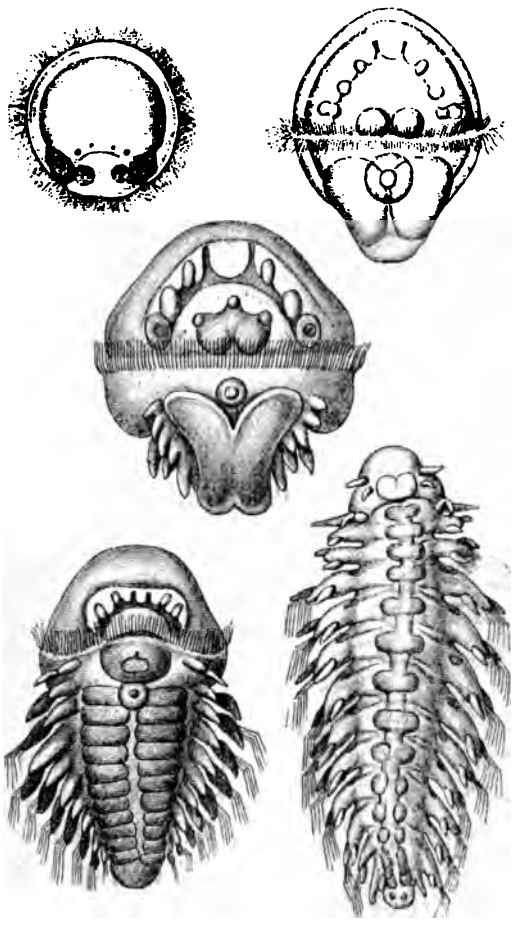


Fig. 5. — Etats larvaires successifs de *Lopadorynchus*. (D'après Kleinenberg).

connaissons, elle ne pourrait suffire à mettre dans chacun de ses œufs la quantité de jaune nécessaire à tant de futurs poulets. Si au contraire l'organisme maternel ne dépose qu'une infinitésimale quantité de réserve alimentaire dans chacun de ces

œufs, ils seront très petits, et l'on comprend alors que la mère puisse en pondre d'énormes quantités, comme la Morue par exemple, qui en pond six millions.

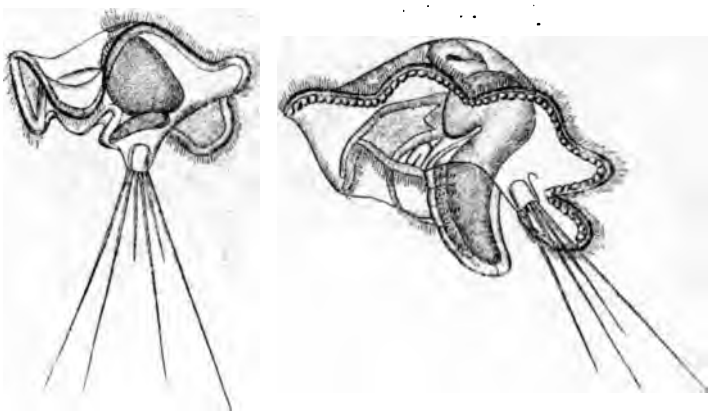


Fig. 6. — Larve *Mitraria*. (D'après Metschnikof).

Revenons maintenant à notre larve gastrula. Elle est pélagique et nage au moyen des cils vibratiles dont elle est couverte et se nourrit des minuscules parcelles alimentaires qu'elle peut attraper.

Fig. 7. — Brachiopode adulte, *Rhynchonella Racovitzai* Joubin.

Rien jusqu'à présent ne nous indique à quelle classe du règne animal elle appartient; ce peut être un Ver, un Mollusque, un Echinoderme; cette forme larvaire, tout à fait de début, est extrêmement répandue, à tel point qu'on peut dire que la larve gastrula se trouve plus ou moins nettement chez tous les animaux, même chez les Vertébrés supérieurs.

Pour vous faire comprendre les transformations de cette gastrula, considérons la comme formée par une sorte de cire

molle qui peut être pétrie, moulée, transformée en l'allongeant, l'épaississant ou en l'aplatissant; elle va nous donner ainsi toutes les formes larvaires les plus différentes, les plus simples comme les plus compliquées et les plus singulières par leur aspect ou leurs transformations.

Ces larves acquièrent alors des formes assez caractéristiques pour permettre de voir immédiatement à quelle famille zoologique elles appartiennent.

Nous ne pouvons pas, bien entendu, les étudier dans toutes les sections du règne animal, aussi je me contenterai de vous en montrer quelques exemples choisis parmi les plus intéressants.

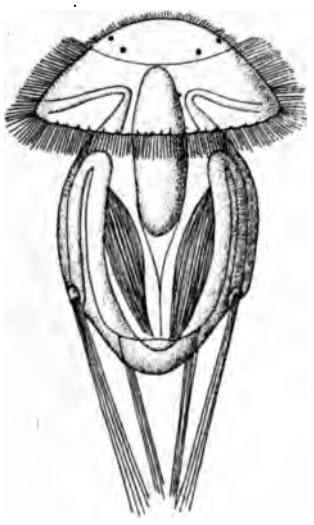


Fig. 8. - Larve de Brachiopode *Terebratula*. (D'après Kowalewsky).

Commençons par les étudier chez quelques *Vers*.

Les Vers constituent l'une des plus abondantes classes d'animaux ; on en trouve de très variés de forme, de structure et de couleurs; il y en a de libres, d'autres

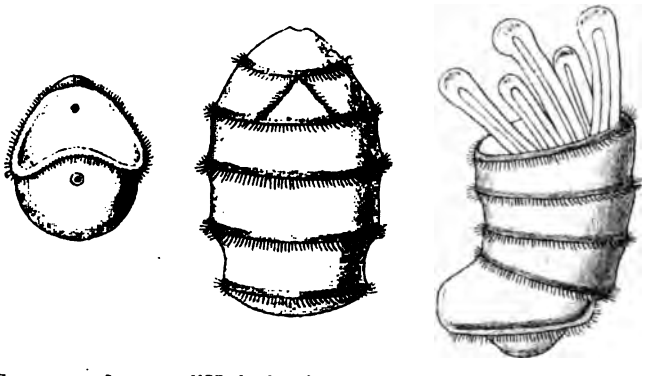


Fig. 9. — Larves d'Holothurie à divers états de développement.

sont parasites. Je ne vous parlerai que de ceux qui ont des larves pélagiques.

Voici tout d'abord une Némerte adulte (Fig. 2) *Lineus geniculatus* Delle Chiaje. Les Némertes sont des animaux mous qui vivent généralement dans la vase, les trous de rocher, parmi les algues. Il y en a qui ont quelquefois plus de 10 mètres de long; ils ont de fort belles couleurs, et tous pondent de très petits œufs; chez certains d'entre eux il en sort une gastrula pélagique.

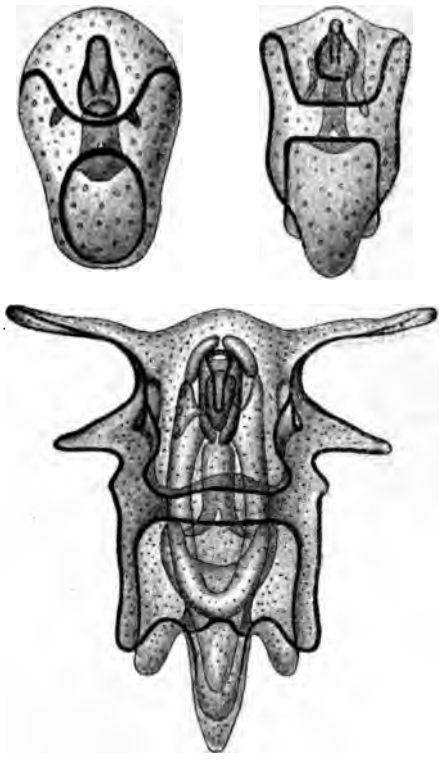


FIG. 10. — *Asteracanthion berylinus* Ag. et *A. pallidus* Ag. Larves à 3 étatsde développement. (D'après Al. Agassiz).

Cette gastrula se transforme en une petite larve coiffée à l'extrémité opposée à la bouche d'une grande houppe de cils vibratiles, et garnie d'appendices péribuccaux disposés de telle sorte qu'elle ressemble à une façon de casque à pointe avec sa jugulaire, ou à un bonnet de coton, d'où son nom de *Pilidium* (Fig. 3).

Cette petite larve nage près de la surface et l'on en prend beaucoup au filet fin.

Mais peu à peu un petit bourgeon apparaît à l'intérieur du casque, il grossit, il se transforme bientôt en une petite Némerte véhiculée par le Pilidium ; à un moment donné elle s'en détache, tombe au fond où elle se loge parmi les algues ou dans la vase, tandis que sa peau larvaire, le Pilidium, dont le rôle est terminé, devient flasque et disparaît.

C'est là un exemple très caractéristique d'un animal qui,

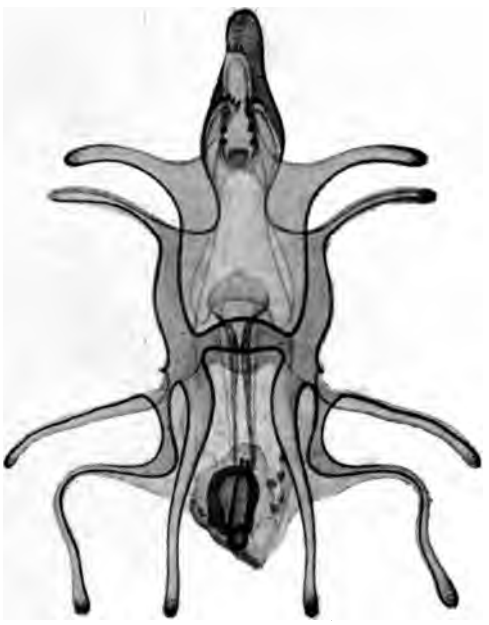


FIG. 11. — *Asteracanthion pallidus*, Ag. Larve d'un stade avancé. D'après Al. Agassiz).

adulte, mène une vie sédentaire, tandis qu'à l'état de larve il a une existence pélagique et vagabonde et qui montre une très grande différence entre sa larve et sa forme adulte.

Les *Vers annelés* sont très communs sur toutes nos côtes; leur corps est divisé en segments qui portent des soies fort élégantes et des appendices variés qui servent à leur locomotion, ou des panaches fort gracieux qui servent à leur respiration (Fig. 4).

Leurs larves commencent par être de simples gastrulas possédant une couronne de cils vibratiles locomoteurs. Elles sont pélagiques et très abondantes à certaines époques de l'année près des côtes. Ces larves de vers annelés se rattachent à un type général très répandu que l'on nomme larve *trochosphère*.

Au bout de quelque temps elles s'allongent, et la partie postérieure de leur corps se divise en segments, qui sont le début du ver annelé. Bientôt la couronne de cils disparaît et l'animal prend sa forme adulte (Fig. 5).

Il change alors son mode primitif d'existence, et la plupart de ces animaux deviennent sédentaires ou rampent sur le fond de la mer.

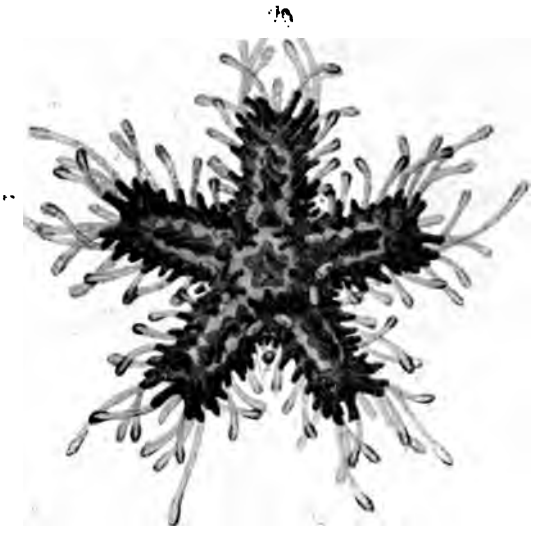


FIG. 12. — *Asteracanthion pallidus* Ag. Jeune Astérie. (D'après Al. Agassiz).

Une forme intéressante de larve d'Annélides est connue sous le nom de *Mitraria*, elle appartient probablement à la famille des Clyméniens; leur forme est tout-à-fait remarquable (Fig. 6).

Je ne vous signalerai que pour mémoire les larves pélagiques des Bryozoaires, animaux peu éloignés des Vers annelés; leurs formes sont très étranges et elles ne rappellent en rien l'animal adulte qu'elles doivent fournir. Elles nagent librement, puis elles se fixent, donnent naissance à un petit être immobile

qui bourgeonne à son tour, et le résultat final est une immense colonie d'êtres minuscules, immobiles, dérivant d'une larve mobile.

On observe chez les Brachiopodes (Fig. 7) une larve assez analogue qui nage quelque temps (Fig. 8) et se transforme subitement en un coquillage bivalve fixé au sol et qui ne ressemble en rien à sa larve.

Laissons de côté les Vers, malgré tout ce qu'il y aurait encore d'intéressant à en dire, et arrivons aux *Echinodermes.* Dans une de mes conférences de l'an dernier, je vous ai parlé de

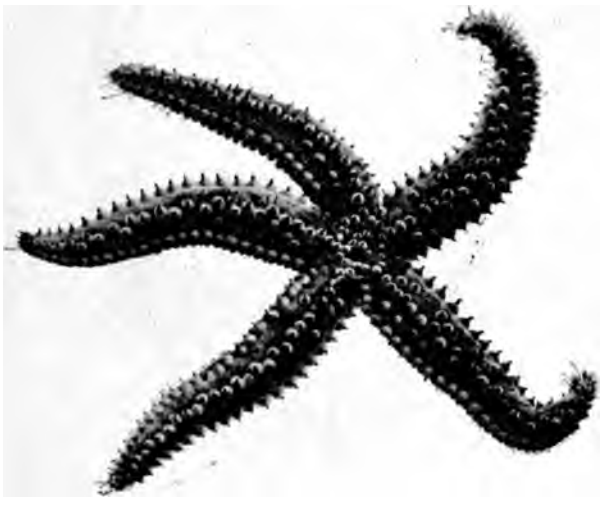


Fig. 13. — *Asterias glacialis* adulte. (Daprès Ludwig).

ces animaux et vous vous souvenez certainement des Oursins et des Etoiles de mer que j'ai fait passer sous vos yeux (Fig. 13).

Je vais vous montrer rapidement par quelles transformations singulières passent ces animaux avant d'arriver à la forme adulte sous laquelle vous les connaissez.

Examinons d'abord une jeune larve d'Holothurie sortant de l'œuf (Fig. 9). C'est une petite sphérule, à peine visible à l'œil nu, qui nage au moyen d'une bande de cils vibratiles disposés autour de la bouche; la larve grandit et ses bandelettes ciliées deviennent de plus en plus sinueuses et compliquées. A un

certain moment elles se disposent en cercles parallèles autour du corps, puis quand les premières ventouses locomotrices apparaissent, elles s'effacent et l'animal, ayant fini sa vie pélagique, tombe au fond, et devient l'Holothurie adulte; c'est un animal mou, très lent, sédentaire, rampant sur le sol, et qui en arrivant à l'âge adulte a complètement changé son mode d'existence primitif.

Les Etoiles de mer, ou Astéries, suivent une évolution analogue, avec cette différence que les larves sont encore plus compliquées.

Je vais faire passer sous vos yeux une série de dessins (Fig. 10, 11, 12) empruntés à l'un des plus beaux mémoires de l'illustre naturaliste Al. Agassiz, qui vous montreront comment

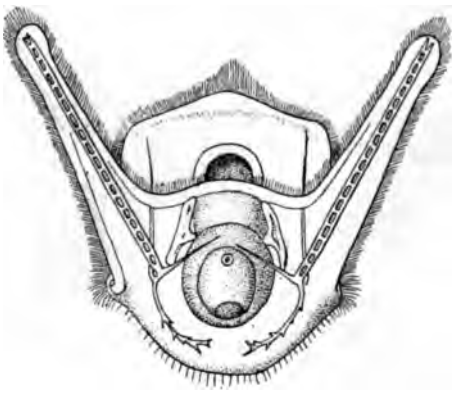


Fig. 14. — Jeune larve de *Dorocidaris papillata* A. Agassiz, très grossie. (D'après Prouho).

en partant de l'œuf d'une Astérie on passe, par des complications progressives à une larve de forme étrange, aux appendices bizarres, qui nage au moyen de cils vibratiles. Vous distinguez à l'intérieur des stades avancés un petit bourgeon plus sombre qui est l'ébauche de la future Etoile de mer (Fig. 11); ce bourgeon grandit, prend un rudiment de squelette solide, et quand la jeune Etoile commence à avoir son aspect définitif (Fig. 12), elle déchire sa peau larvaire et tombe au fond de l'eau; comme l'Holothurie elle a passé la première partie de sa vie à l'état pélagique, puis elle devient sédentaire. Sa larve pélagique n'a été qu'un véhicule temporaire qui disparaît entièrement.

Chez les Oursins les choses se passent d'une façon tout-à-fait analogue, aussi je n'insisterai pas, et je me contente de vous montrer l'aspect de leurs larves que l'on nomme *Pluteus;* les prolongements grêles qu'elles portent contiennent de fines baguettes calcaires qui jouent le rôle de squelette. Vous pouvez vous rendre compte de la différence énorme qui existe entre les formes larvaires et l'adulte d'un oursin de la Méditerranée, le *Dorocidaris papillata* A. Ag., en examinant les figures 14,15,16.

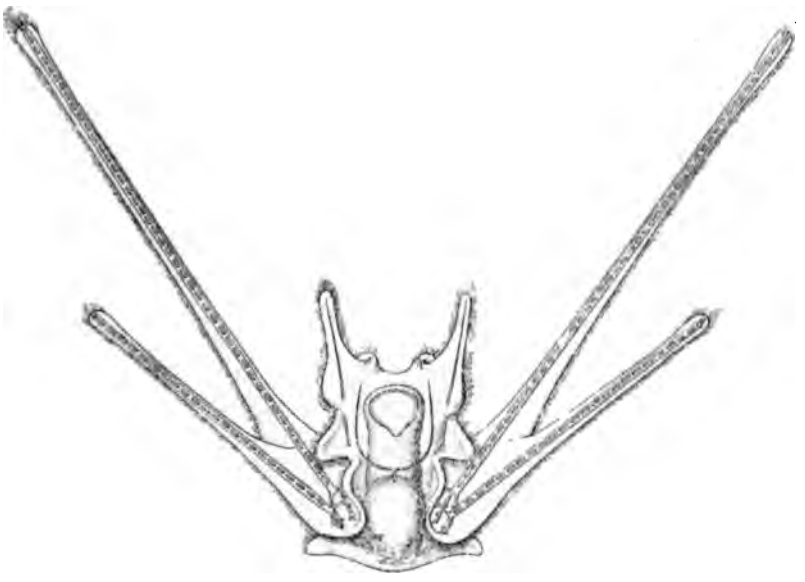


Fig. 15. — Larve à un stade avancé de *Dorocidaris papillata* A. Ag., très grossie. (D'après Prouho).

Toutes ces larves d'Echinodermes se trouvent en abondance dans les filets de soie que l'on promène à la surface et elles constituent l'un des plus intéressants éléments du plankton.

Il en est de même des larves des Mollusques qui abondent dans les eaux littorales.

Je n'en citerai qu'un ou deux exemples. Les Mollusques ont des œufs tout-à-fait analogues à ceux dont je vous ai déjà parlé. Chez les Gastéropodes les larves qui en sortent nagent au moyen de cils vibratiles portés par des prolongements de la

tête en forme de voiles, d'où leur nom de larves véligères (Fig. 17); un peu plus tard elles prennent une petite coquille qui se contourne généralement en spirale. Au bout d'un certain temps le voile natatoire se flétrit et l'animal ne nageant plus se met à ramper ou se fixe au fond. Chez d'autres espèces un autre organe natatoire se développe et l'animal reste pélagique pendant toute son existence. A titre d'exemple je vais vous montrer quelques larves d'un Gastéropode appartenant au genre Vermet (Fig. 17); elles nagent d'abord puis se fixent aux

Fig. 16. — *Dorocidaris papillata* A. Ag. L'animal adulte un peu réduit, vu par la face orale. Photographie prise au Laboratoire de Banyuls.

rochers de la côte où elles sécrètent une coquille spiralée, solide (Fig. 18).

Chez les Mollusques bivalves, où je prendrai les huîtres comme exemple, la larve pélagique a une structure analogue : mais elle produit une délicate coquille à deux valves articulées, transparentes et très minces. Quand les larves ont, tout en nageant, atteint un certain degré de perfectionnement, leurs cils

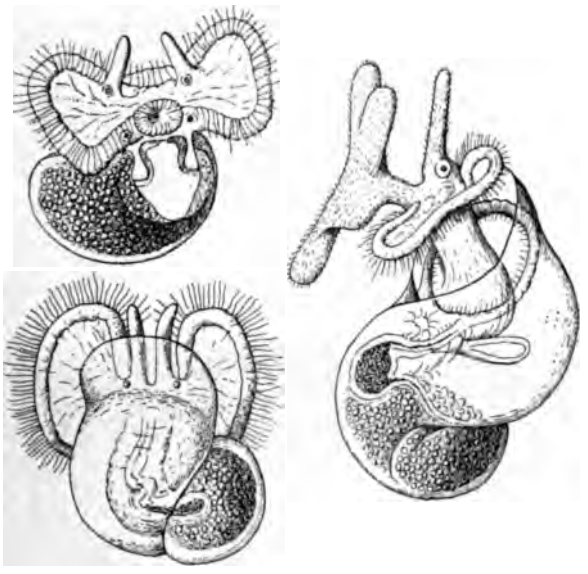


FIG 17. — Larves de Vermet à trois stades différents, très grossies. (D'après Lacaze-Duthiers).

FIG. 18. — Vermet adulte fixé sur un rocher. Grandeur naturelle.

locomoteurs disparaissent et la jeune huître se fixe sur les pierres ou les herbes, par l'une de ses valves.

Revenons encore à la larve ciliée dont nous étions partis au début de cet entretien.

Nous allons la retrouver dans une grande classe du règne animal, celle des *Cœlentérés*. Pour vous donner une idée de ces

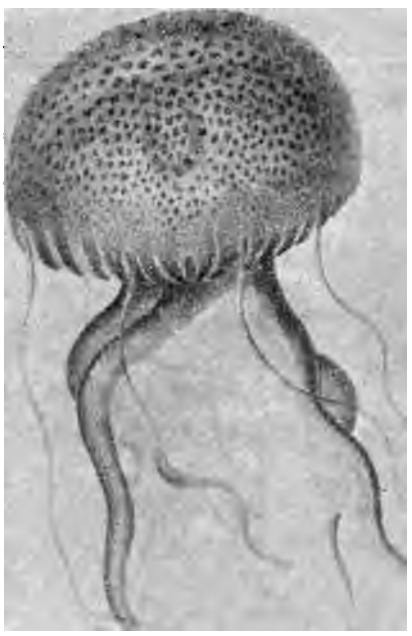


Fig. 19. — *Pelagia noctiluca* Grandeur naturelle. (D'après Milne-Edwards).

animaux je vous dirai que ce sont les Anémones de mer ou Actinies, les Coraux, les Méduses, etc.

Je ne m'étendrai pas longuement sur leur compte car je vous en entretiendrai dans notre prochaine conférence. Prenons seulement un exemple ou deux parmi eux.

Le Corail est une colonie animale arborescente formée d'une branche ramifiée rouge, dans l'écorce de laquelle sont implantés

des individus transparents qui produisent des larves ciliées; elles nagent pendant un certain temps, sous forme de petits vers blancs, se contournant en spirale; bientôt cette larve se pose sur un objet solide et se met à sécréter du calcaire; elle a alors la forme d'un petit bourgeon arrondi.

Ce mode de développement est assez simple; en voici un autre plus compliqué.

Vous avez certainement vu au bord de la mer ces grosses

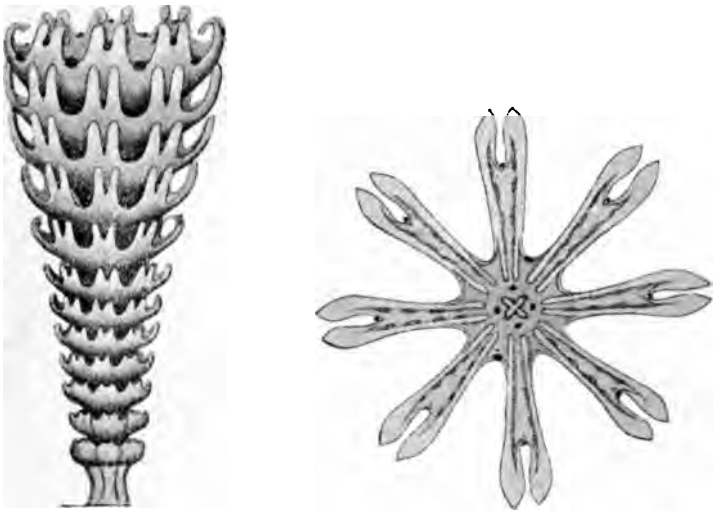


FIG. 20. — Développement d'une Méduse, *Cyanea Lamarcki*. (D'après Delap).

masses gélatineuses qui flottent et nagent en se gonflant et se dégonflant alternativement. Ce sont des Méduses (Fig. 19).

Voici comment elles se reproduisent :

Leurs œufs, fort petits, sont pondus dans la mer et donnent naissance à une petite larve ciliée qui nage.

Au bout de quelque temps elle descend au fond de l'eau et se fixe au sol; elle ressemble alors à une petite Anémone de mer ayant autour de la bouche de courts tentacules.

Un peu plus tard on voit le long du corps cylindrique du jeune animal se produire de petits plis qui s'accentuent, augmentent en nombre, si bien que finalement l'animal ressemble à une pile de soucoupes (Fig. 20).

La tranche la plus élevée de la pile porte une bouche et des tentacules. A un moment donné cette première tranche se détache, elle devient libre et nage dans la mer. C'est une jeune Méduse, connue sous le nom d'*Ephyra* (Fig. 20 et 21).

Celle qui était la seconde est devenue la première de la pile, depuis le départ de l'*Ephyra* supérieure ; à son tour elle devient libre et forme aussi une jeune Méduse. La troisième est arrivée

Fig. 21. — *Cyanea Lamarcki*. Ephyra libres et jeune Méduse. (D'après Delap).

maintenant au sommet de la pile, elle va devenir libre, et ainsi de suite. Mais la pile s'épuiserait vite si à mesure qu'une tranche disparaît en haut, il ne se formait un nouveau plissement en bas, et si elle ne s'allongeait d'une quantité correspondant à la tranche qu'elle a perdue. Cela dure ainsi très longtemps et le même individu donne naissance à un grand nombre de jeunes Méduses.

Celles ci n'ont pas encore leur forme définitive, elles l'acquerront peu à peu, sans brusques métamorphoses nouvelles (Fig. 21).

Je vous ai donné une description schématique du phénomène si curieux de la production des jeunes Méduses; je vais maintenant vous en montrer un exemple qui vous fera mieux comprendre sa réalité. J'en emprunte les figures à un récent mémoire de M. Delap qui a étudié le développement de la *Cyanea*

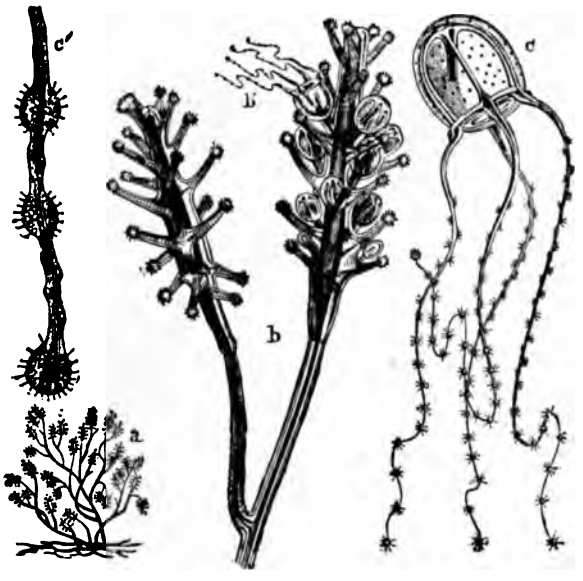



FIG. 22. — *Syncoryne pusilla*. Hydroïde. — *a*, la colonie de grandeur naturelle; *b*, *b'*, polypes grossis dont l'un porte des Méduses; *c*, Méduse libre et grossie; *c'*, bras grossi montrant les cellules urticantes. *(Cliché Hachette)*

*Lamarcki* (fig. 20 et 21), Méduse fort intéressante des côtes d'Europe.

A côté de ces larves de grandes Méduses on en trouve une foule d'autres beaucoup plus petites qui représentent une phase errante de l'existence d'un animal qui le reste de sa vie est fixé au fond de l'eau; ce sont les Hydroïdes, dont la figure 22 vous montrera un exemple chez la *Syncoryne pusilla*. Il y aurait une foule de choses intéressantes à vous en dire; nous en reparlerons dans notre prochaine conférence.

Lorsqu'après une pêche pélagique au filet fin, dans le voisinage de la côte, on examine son contenu, ou remarque qu'un grand nombre des animaux qui se sont trouvés pris sont des Crustacés, surtout de petite taille. Un examen plus minutieux permet de reconnaître qu'une importante proportion de ces arthropodes est constituée par leurs larves.

C'est qu'en effet presque tous les Crustacés, et le nombre de leurs espèces est immense, passent une partie au moins de leur

Fig. 23. — Larve de *Carcinus mœnas* à sa sortie de l'œuf.

existence à l'état de larves pélagiques. Les uns nagent seulement pendant leur vie larvaire, les autres pendant toute leur vie.

Il est fort difficile de se reconnaître au milieu de cette population grouillante d'êtres souvent microscopiques, dont certains adultes ne se distinguent pas toujours facilement des jeunes des autres espèces. Je vais essayer par un exemple de vous faire saisir les grandes lignes de l'évolution de ces animaux.

Chacun connaît le Crabe vulgaire, (*Carcinus mœnas*), si abondant sur toutes nos côtes.

La femelle porte ses œufs attachés en grappes serrées sous son abdomen. Ils y subissent les premières phases de leur développement.

Lorsque les jeunes larves en sortent elles ont l'aspect d'un animal très grêle à grosse tête, avec un abdomen allongé et de

Fig. 24. — Larve Zoé de *Carcinus mœnas*.

courts appendices. Ce sont des larves connues sous le nom de *Zoé* (Fig. 23).

Ces jeunes larves subissent ensuite une série de mues à la suite de chacune desquelles elles se transforment. C'est ainsi qu'elles acquièrent deux grandes pointes, l'une en avant, l'autre en arrière de leurs yeux, qui leur donnent un aspect étrange et un air féroce (Fig. 24).

Plus tard l'abdomen diminue, les yeux grossissent, se soulèvent sur de petits pédoncules et la larve arrive à un état où elle est dénommée *Megalops*; le thorax commence à prendre son aspect définitif (Fig. 25). A partir de ce moment l'animal nage de moins en moins et il finit par tomber au fond où il prend enfin sa forme de crabe. Notons que ce Crustacé, comme tous les autres Arthropodes, n'a eu à aucun moment de cils vibratiles; remarquons aussi que de très nombreux Crustacés,

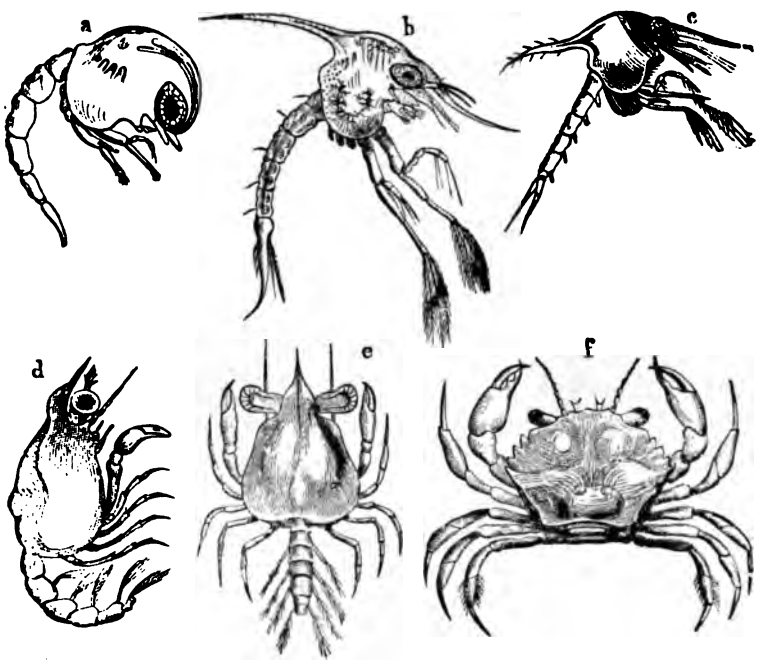



Fig. 25. — Formes larvaires successives du Crabe commun depuis la plus jeune *a*, jusqu'au crabe *f* ayant acquis la forme adulte. *(Cliché Hachette)*.

surtout dans les grandes profondeurs, gardent pendant toute leur vie des formes définitives analogues aux divers états transitoires où nous avons vu le Crabe.

Parmi les formes larvaires de Crustacés je dois vous signaler une des plus typiques, celle des *Palinures*, autrement dit des Langoustes. Elles passent par une phase, dite Phyllosome, où leur corps est absolument plat, transparent comme du cristal et d'une extrême délicatesse (Fig. 26).

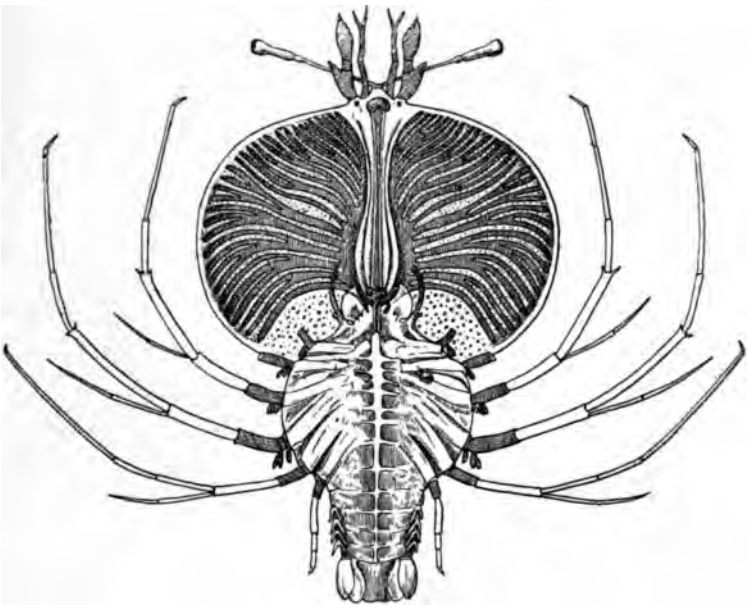


Fig. 26. — Larve Phyllosome de Palinure. *(Challenger).*

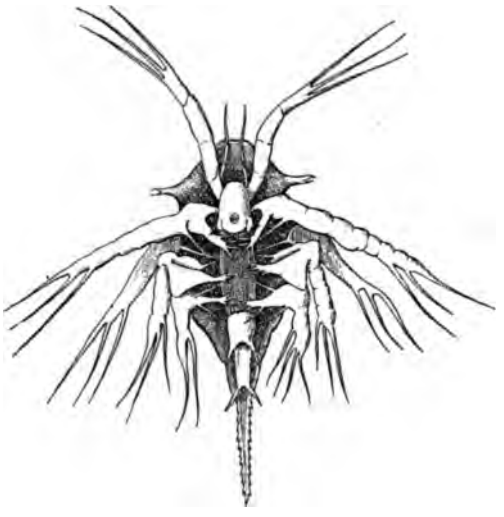


Fig. 27. — Larve Nauplius de Balane, très grossie.

Ces larves Phyllosomes vivent à l'état pélagique et subissent des transformations compliquées qui les amènent à l'état de Langoustes dont elles étaient d'abord si complètement différentes.

Je vous montre en passant un jeune Homard pour que vous jugiez combien il diffère de l'adulte.

Il faut enfin signaler une forme larvaire extrêmement répandue chez les Crustacés; on la désigne sous le nom de *Nauplius*

Fig. 28. — Rocher couvert de *Balanus Balanoïdes*, aux environs du Laboratoire de Roscoff.

(Fig. 27). Elle se produit de très bonne heure chez les Crustacés; certains d'entre eux la passent dans l'œuf même, d'autres éclosent avant ce stade qu'ils passent à l'état de liberté. On en trouve en foule dans les filets pélagiques, surtout dans les endroits où abondent les Balanes dont j'aurai occasion prochainement de vous parler. Ces singuliers Crustacés immobiles couvrent en

effet les rochers des côtes au point de leur faire une sorte de carapace de leurs coquilles juxtaposées (Fig. 28).

Parmi les larves pélagiques côtières, je voudrais en citer une forme qui présente un intérêt tout particulier, celle des Ascidies.

Les Ascidies ou Tuniciers sont des bêtes très communes sur nos côtes, et d'ailleurs dans toutes les mers; elles vivent tantôt isolées, tantôt en colonies, les unes sont fixées, les autres sont pélagiques.

Celles qui sont fixées mènent, à l'état adulte, une vie tout à fait végétative, c'est le cas de la *Cynthia papillosa* que je vous présente en ce moment (Fig. 29).

FIG. 29. — *Cynthia papillosa*, photographiée vivante et de grandeur naturelle. Aquarium du Laboratoire de Banyuls.

Tous ces animaux sont mous et sans squelette, et, quel que soit leur mode d'existence ils sont toujours enveloppés dans une membrane qui leur sert de tégument et qui est formée d'une matière analogue à la cellulose des végétaux.

Ces animaux se reproduisent par bourgeons et par des œufs d'où sort une larve pélagique, extrêmement intéressante dont je vais vous dire quelques mots.

Chacun a vu dans les mares de petits animaux que l'on nomme vulgairement des têtards et qui ne sont pas autre chose que les larves des grenouilles ou des crapauds.

Eh bien, supposez un tout petit têtard, à peine visible à l'œil

nu, ayant une grosse tête et une queue plate et transparente qui lui sert à nager. Telle est la larve d'Ascidie (Fig. 30).

Mais la ressemblance ne s'arrête pas à une vague analogie de silhouette; elle va beaucoup plus loin. Lorsqu'on examine ce têtard au microscope on constate que cette queue renferme des muscles, une colonne vertébrale rudimentaire et un système nerveux disposés tout-à-fait conformément au plan général de composition des véritables Vertébrés.

Fig. 30. - Larve d'Ascidie. Têtard très grossi. — (D'après Milne-Edwards).

On capture ces petits têtards au filet fin, mais on peut aussi les élever dans un aquarium; ils y nagent quelque temps, puis à un moment donné ils appuient leur tête contre la paroi de l'aquarium et s'y fixent; dès lors ils ont terminé leur vie pélagique; ils deviennent sédentaires pour tout le reste de leur existence et n'ayant plus besoin d'un organe de natation, celui-ci s'atrophie, disparaît, et l'Ascidie se constitue définitivement.

Voilà donc des êtres qui à l'état adulte sont fixés, immobiles, et n'ont en rien l'apparence d'un Vertébré. A l'état larvaire, au contraire, ils sont organisés comme des Vertébrés, ils sont mobiles et pélagiques.

Je n'ai pas besoin de vous dire que les questions multiples soulevées par la connaissance de ces larves ont excité la sagacité et souvent aussi la combativité des naturalistes et des philosophes qui sont gens raisonneurs par excellence. Certains d'entre eux n'ont pas manqué de saisir cette excellente occasion de s'envoler dans les régions les plus nuageuses de la métaphysique où nous nous garderons bien de les suivre.

Quoi qu'il en soit les Ascidies nous amènent aux véritables Vertébrés où nous trouvons, chez les Poissons, des espèces ayant des embryons et des larves pélagiques.

Il y a de nombreuses larves de Poissons pélagiques, et

suivant la loi générale, elles sont fort petites. Je vous entretiendrai quelque jour de certaines d'entre elles qui sont fort intéressantes. Pour aujourd'hui je ne vous parlerai que d'une seule, la larve de la Sardine et ses métamorphoses.

Une Sardine femelle pond environ 60,000 œufs; ce chiffre, qui paraît énorme est cependant très ordinaire chez les Poissons, et même très minime si on le compare aux chiffres fournis par la Morue qui dépasse six millions et le Turbot neuf millions.

Ces œufs sont isolés et ils flottent à la surface de la mer où on les capture au filet fin. Ce sont de très petites sphères, transparentes, ayant un peu moins de 2 millimètres de diamètre, qui renferment une petite goutte d'huile permettant à l'œuf de flotter.

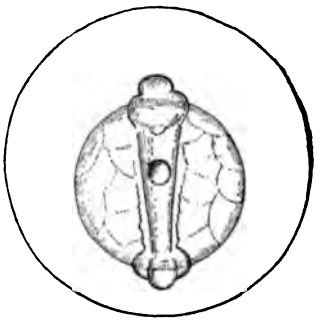


Fig. 31. — Œuf de Sardine. (D'après Raffaële).

Au bout de quelques heures on aperçoit l'embryon encore rudimentaire couché sur son vitellus (Fig. 31).

Au bout de trois jours l'embryon est assez avancé pour briser l'enveloppe de l'œuf; il devient libre, et dans cet état il

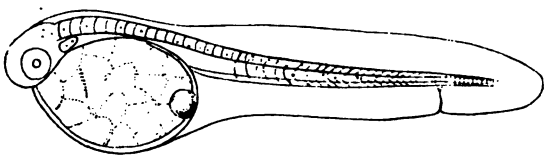


Fig. 32. — Embryon de Sardine à l'éclosion. (D'après Raffaële).

mesure 4 millimètres de long. Son organisation est encore fort rudimentaire; il a une grande nageoire caudale qui lui permet de se déplacer à la surface de la mer; mais il est encore incapable de se nourrir et il s'alimente en consommant le contenu de la vésicule vitelline qui lui sert de provision nutritive (Fig. 32).

La bouche, en effet, ne se forme que trois jours après l'éclosion, et dès lors l'embryon peut se nourrir; il peut maintenant se passer d'une réserve alimentaire et ce moment coïncide avec celui où cette provision est épuisée.

On a pu élever des larves de Sardine en captivité jusqu'à cette période.

La larve libre pourchasse alors très activement les petits organismes pélagiques dont elle dévore une grande quantité. Elle a une forme très grêle et sa longueur est d'environ un centimètre. Puis à la suite de transformations et de métamorphoses

Fig. 33. — Embryon de Sardine. Larve de neuf jours. (D'après Cunningham).

très compliquées elle passe par des phases où le jeune poisson se rapproche peu à peu de sa forme définitive. Mais le corps est encore très long et très étroit, et complètement dépourvu des écailles qui rendent l'adulte si brillant (Fig. 33, 34).

Fig. 34. — Embryon de Sardine. Larve au début de la transformation. (D'après Cunningham).

Mais ici il faut distinguer entre la Sardine de l'Océan et celle de la Méditerranée.

Dans la Méditerranée on prend près de la côte, comme l'ont démontré les recherches du professeur Marion, d'énormes

Fig. 35. — Embryon de Sardine. Larve à un stade très avancé. (D'après Cunningham).

quantités de toutes petites Sardines pélagiques, ayant, au mois de mars, de 2 à 4 centimètres de long; on en vend de grandes quantités sur les marchés. Elles n'ont pas encore d'écailles; car celles-ci n'apparaissent que lorsque le jeune poisson à 4 ou 5 centimètres de long, en avril.

Au mois de mai ils ont de 6 à 7 centimètres et sont alors devenus de jeunes Sardines, qui grandissent d'environ 1 centimètre par mois, et ne quittent pas le voisinage de la côte où elles mènent une existence pélagique (Fig. 35).

Au contraire, dans l'Océan, on ne prend jamais les jeunes Sardines à partir du moment où elles ont 1 à 2 centimètres. Elles

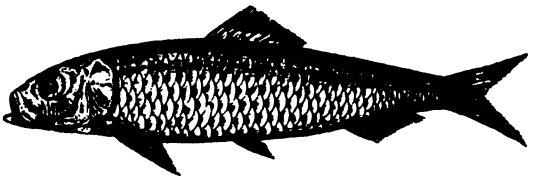


Fig. 36. — Jeune Sardine (1).

disparaissent absolument du voisinage de la côte jusqu'au jour où on les voit réapparaître, ayant 8 à 9 centimètres au minimum (Fig. 36).

Leur existence pendant cette période nous est inconnue; on ne sait si elles gagnent les eaux profondes ou si elles restent pélagiques de surface en haute mer. Les Sardines que l'on pêche au début de la saison ont de 12 à 14 centimètres. Elles proviennent des embryons pélagiques de l'année précédente, mais on ignore où s'est passée la plus grande partie de leur existence.

Je n'insiste pas davantage sur ces larves de Sardine et leurs métamorphoses; j'ai voulu par un exemple vous montrer l'intérêt et l'importance pratique de ces notions d'Océanographie biologique. Il y aurait encore une foule de choses intéressantes à vous dire sur les premières phases du développement des Poissons; ce sera le sujet d'autres conférences.

Les larves marines que j'ai fait passer sous vos yeux au cours de cette conférence vous ont montré les caractères les plus essentiels de quelques uns de ces êtres, et je voudrais, de leur examen, tirer quelques conclusions.

(1) Les figures 31 à 36 sont empruntées à un article de M. L. Dantan, *La Sardine*. — La Science au xx^e siècle. Avril 1903. Librairie Delagrave.

Vous avez pu remarquer que toutes ces larves sont de très petite taille et je vous ai dit que toutes ces bêtes sont excessivement prolifiques au point que souvent le nombre des enfants d'une même mère est incalculable. La raison de ce fait est facile à saisir.

Si l'on pense aux multiples chances de destruction qui se présentent à chaque instant sur le chemin de ces êtres fragiles et sans défense on ne tarde pas à voir que la mortalité est immense. Tous ces petits êtres qui constituent le plankton servent de nourriture à toute la population des animaux pélagiques. Ces innombrables petits Crustacés, Vers, Mollusques, Echinodermes, sont le pain quotidien d'une foule de Poissons, de Crustacés, qui sont eux mêmes ainsi que leurs larves dévorés par d'autres.

Ajoutez à cela que les variations brusques de température, le choc des vagues, et mille autres causes en font périr des quantités immenses.

Il résulte de cette conquête générale de la nourriture, qui n'est au fond qu'une forme de la lutte pour l'existence, ainsi que des autres causes de destruction, que, parmi tous ces œufs pondus par une femelle, ceux qui arrivent à acquérir la forme adulte ne représentent qu'une minuscule exception.

Le résultat final de tant de vies créées et perdues est le maintien de l'équilibre dans le nombre des individus d'une même espèce. Si une femelle a pondu 1,000 œufs et que 999 pour des raisons diverses ne sont pas arrivés à l'état adulte, il en restera un, le millième, qui remplacera sa mère et l'équilibre sera maintenu.

S'il n'en disparaissait que 998, il en resterait deux pour remplacer la mère, et au bout de peu de temps le nombre des individus, par une progression géométrique deviendrait tellement énorme que les océans ne pourraient plus les nourrir.

Si au contraire les causes diverses de destruction sont trop fortes, si le nombre des individus qui parviennent à l'état adulte n'est pas suffisant pour remplacer les parents, l'espèce finit par péricliter, diminuer et disparaître.

On peut donc dire que l'énormité numérique des petites larves pélagiques, est en proportion exacte avec l'immensité des causes de destruction qui les menacent. L'équilibre est parfaitement établi.

Je termine là, Mesdames et Messieurs, les indications trop rapides que je voulais vous donner sur les larves des animaux marins.

J'ai dû, naturellement, me borner à quelques exemples ; je les ai choisis aussi caractéristiques que possible, et j'espère qu'ils auront suffi à vous montrer l'intérêt que présente l'étude de ces êtres en voie de tranformation.

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
N° 59. — 20 Janvier 1906.

# NOTES PRÉLIMINAIRES

SUR LES

# Gisements de Mollusques comestibles des Côtes de France.

## *Les Côtes de la Loire à la Vilaine.*

(Avec 1 carte et 2 planches)

Par M. L. JOUBIN
Professeur au Muséum d'Histoire naturelle de Paris.

I

Cette note et la carte qui l'accompagne font partie d'un travail d'ensemble sur la répartition géographique des Mollusques comestibles des côtes de France.

J'avais entrepris ce travail il y a quelques années en vue de constituer une carte zoologique industrielle des côtes de Bretagne; mais de multiples occupations m'ayant fait craindre de ne pouvoir à moi seul mener à bien une œuvre aussi considérable, j'y ai associé un de mes élèves, M. Guérin, alors préparateur à la Faculté des Sciences de Rennes, actuellement préparateur au Muséum. Nous avons peu à peu élargi le programme que je m'étais primitivement tracé, et nous avons formé le projet d'étendre nos investigations à la totalité des côtes de France en nous répartissant les feuilles de la carte à constituer.

Cette division du travail, tout en nous permettant d'aller plus vite, rendra notre œuvre plus intéressante, plus complète, et lui donnera une plus grande valeur zoologique et industrielle.

M. Guérin a déjà présenté en août 1904, au congrès tenu à

Grenoble par l'Association française pour l'avancement des sciences, une première note (1) accompagnée d'une carte importante relative aux côtes de la Charente-Inférieure, qui a paru dans le courant de 1905. Prochainement deux autres feuilles seront publiées, l'une par M. Guérin : les côtes de Normandie, l'autre par moi-même : la baie de Cancale.

La présente note a pour objet l'étude rapide des côtes de France comprises entre les embouchures de la Loire et de la Vilaine.

Cette région est presque entièrement rattachée au quartier maritime du Croisic qui comprend la côte méridionale de l'embouchure de la Vilaine et descend ensuite vers le sud-est jusqu'à Pornichet. Le reste qui appartient au quartier de Saint-Nazaire, ne comprend qu'une portion très restreinte formée seulement par la côte nord de l'embouchure de la Loire.

J'ai trouvé dans les Archives de l'Inscription maritime du Croisic, que le commissaire, M. Mahaud, a obligeamment mises à ma disposition, une foule de renseignements que j'ai, pour la plupart, contrôlés sur place. — Je dois dire que je n'ai pas tenu compte dans ce travail d'un certain nombre de concessions huîtrières ou moulières qui figurent sur les contrôles de la marine, parce qu'elles sont complètement abandonnées par leurs titulaires. Si le présent travail était une révision cadastrale, il est évident qu'il faudrait les y faire figurer. Mais ayant pour but seulement de représenter l'état actuel de la répartition des Mollusques comestibles au point de vue de l'histoire naturelle et de l'importance du commerce qu'ils occasionnent, je n'ai pas cru devoir charger ma carte d'indications qui ne feraient que la rendre confuse. D'ailleurs une commission officielle travaille à la révision cadastrale des concessions sur toutes les côtes de France en établissant leurs limites et leurs relèvements ; mon but est

(1) *Notes préliminaires sur les gisements de Mollusques comestibles des côtes de France. — Première note; les côtes de la Charente-Inférieure*, par M. Joseph Guérin.

Comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des sciences, congrès de Grenoble, 1904, pages 1 à 28, avec une carte.

donc tout différent du sien, et ce serait faire double emploi, que de chercher à établir un relevé de la totalité des concessions inoccupées.

La portion du littoral comprise entre la Loire et la Vilaine est intéressante à divers points de vue; mais je dois faire remarquer tout d'abord que l'industrie ostréicole qui est si florissante au sud de la Loire — ainsi qu'on peut le constater par un simple coup d'œil sur la carte des Charentes de M. Guérin — et au nord de la Vilaine dans la région dont Auray est le centre, est au contraire en pleine décadence dans la région intercalée entre les deux fleuves. Ce contraste est très frappant quand on parcourt la côte; il l'est encore plus si l'on juxtapose les cartes de ces trois régions. Tandis que la feuille d'Auray et celle des Charentes sont criblées de taches rouges de grande taille représentant les huîtrières, au contraire la région entre Loire et Vilaine n'en porte qu'un très petit nombre et de fort petite taille.

Au contraire les moulières forment un cordon très étendu, presque continu, bien plus développé qu'au nord de la Vilaine; mais on verra par le reste de cette note qu'elles n'ont qu'une importance assez restreinte au point de vue industriel.

La région décrite dans cette note appartient presque tout entière au département de la Loire-Inférieure; seule la côte sud de l'embouchure de la Vilaine jusqu'à la pointe de l'Espernel fait partie du département du Morbihan.

Au point de vue géologique toute la côte est formée par des terrains primitifs, schistes, gneiss, granites, granulites, etc. Il n'y existe aucun terrain calcaire, sauf cependant en pleine mer, au large du Croisic, un rocher sur lequel est bâti le phare du Four et qui est formé de calcaire tertiaire. Cette nature de la côte explique en grande partie la répartition spéciale des gisements de Mollusques comestibles et le contraste avec les régions qui l'entourent au nord et au sud.

Les falaises qui constituent le littoral sont en général peu élevées; elles atteignent une assez grande hauteur seulement entre le Croisic et le Pouliguen. Elles sont prolongées par des amas de blocs sur une faible largeur, aussi les grèves plates

manquent-elles dans la plus grande partie du littoral, ce qui restreint énormément l'étendue et le nombre des terrains favorables aux établissements ostréicoles. De là résulte une autre différence très frappante avec la région située au sud de la Loire.

Les seules régions où les parcs et autres établissements ont pu être organisés sont limitées à l'embouchure de la Vilaine et à deux grands espaces envasés, le Trait de Penbe et le Trait du Croisic.

Je ne dirai que peu de choses du premier de ces deux Traits, mais je crois devoir entrer dans quelques détails sur le second qui est fort intéressant.

Le *Trait de Penbe* est une sorte de baie au fond de laquelle se jettent à la mer deux ou trois petits cours d'eau sans importance. Les bords de leurs estuaires ont été transformés en marais salants qui occupent toute la région sud de la baie. Le reste du Trait est formé par deux grandes grèves sableuses et vaseuses; la première s'étend de la pointe du Bile à la pointe de Penbe, la seconde va de cette pointe à celle de Mesquer. Toute cette région est occupée par des établissements ostréicoles et mytilicoles dont nous parlerons plus loin.

Le *Trait du Croisic* est beaucoup plus important. Pour avoir une idée de cette formation il faut se reporter à la carte générale qui accompagne ce mémoire et chercher à comprendre comment le Trait a pu se former. Il est certain que la côte ancienne différait beaucoup de ce qu'elle est actuellement; la falaise littorale formait une ligne à peu près droite, allant de la pointe de Piriac à la pointe de Chemoulin en passant par la Turballe, Guérande et Escoublac sur une longueur de 25 kilomètres environ. En face de cette côte se trouvait une île étroite d'environ 11 kilomètres de long, sur 2 kilomètres en moyenne de large, île granitique dont l'axe était parallèle à la côte et séparée d'elle par un canal de 6 kilomètres de large en moyenne. Cette ancienne île n'est plus autre chose que la côte actuelle occupée à son extrémité nord-ouest par la petite ville du Croisic, à la pointe sud-est par le Pouliguen, et entre les deux par le bourg de Batz.

Le canal qui séparait autrefois l'île de la côte s'est peu à peu

ensablé et envasé ; puis la mer a constitué deux longues bandes de sable fin, en forme d'arc de cercle, qui a fermé le canal, en laissant seulement un orifice à chaque extrémité. Une vaste lagune s'est établie dans cette surface calme, et peu à peu l'espace faisant réellement partie de la mer s'est restreint. C'est alors que l'on a organisé dans cette lagune les immenses marais salants qui sont aujourd'hui en pleine activité et forment la caractéristique de la région. Ce qui reste de l'ancien canal constitue ce que l'on nomme le *Trait du Croisic*. C'est une grande plaine, à contour sinueux, sableuse, vaseuse dans ses angles, qui découvre à chaque marée, et ne communique plus avec la mer que par un chenal étroit situé entre le Croisic et la pointe de Penbron.

Les deux bandes de sable en arc de cercle forment d'un côté la grève allant de Penbron à la Turballe, de l'autre la grève allant du Pouliguen à Pornichet. Ces deux grèves inverses ont chacune de 5 à 6 kilomètres de long ; leur courbure est à peu près la même; elles sont tout à fait symétriques par rapport à l'ancienne île du Croisic. La coupure qui, sous forme d'un chenal à chaque bout, a persisté, constitue d'un côté l'entrée du port du Croisic et du Trait, et de l'autre le port de Pouliguen.

Le pourtour du Trait du Croisic (voir le carton spécial) est presque entièrement entouré par un mur en maçonnerie qui empêche la mer d'envahir les marais salants et en même temps empêche l'envahissement du Trait par les mêmes marais salants. Ce mur constitue une limite qui dans toute la portion contiguë aux marais salants s'oppose aux empiètements des paludiers, qui, si on les laissait faire, amèneraient la disparition, en peu d'années, des parties hautes du Trait du Croisic.

Il est bien probable, d'ailleurs, que le Trait est destiné à disparaître pour la plus grande partie. Déjà certaines portions sableuses situées en son centre même ne sont recouvertes que dans les très grandes marées. Dans ses angles des plantes terrestres se sont établies sur la vase dure et élèvent peu à peu le sol, n'étant recouvertes par la mer que tous les quinze jours; enfin les moulières établies dans le Trait en ont relevé considérablement le sol vaseux, à tel point que l'administration refuse

actuellement d'accorder aucune concession de moulières nouvelles, et supprime, chaque fois que l'occasion s'en présente, les anciennes concessions.

Le sol du Trait n'est pas absolument plat; il s'y est produit des chenaux plus ou moins sinueux qui partent tous du chenal principal entre le Croisic et Penbron; leurs ramifications se dirigent vers les angles du Trait et pénétrent, entre deux murs, dans les marais salants où ils prennent le nom d'*étiers*. Ces étiers forment dans les marais un réseau inextricable de ruisseaux d'où les paludiers dérivent l'eau nécessaire au fonctionnement des salines. La faune de ces étiers et des marais salants est extrêmement intéressante; elle a été étudiée récemment par M. Ferronnière, dans un ouvrage très remarquable.

C'est le long de ces chenaux, dans le Trait, que sont établies les moulières et les huitrières qui constituent une industrie importante de la région. Il faut ajouter que les chenaux se déplacent assez fréquemment, et que ces mouvements sont très préjudiciables aux concessions qui peuvent être ensablées, envasées, coupées par le nouveau chenal, etc. Pour cette raison la carte des chenaux dans le Trait du Croisic ne peut être exacte que temporairement.

La surface actuelle du Trait recouverte par la mer en grande marée, sans y comprendre les étiers, est évaluée à 700 hectares.

Ces indications étaient nécessaires pour faire saisir la disposition des établissements ostréicoles et mytilicoles dans le Trait du Croisic; elles auraient besoin d'être complétées par de nombreux détails, mais ce serait dépasser les limites d'une note préliminaire.

## I. — HUITRIÈRES

Il n'existe dans la région aucun banc d'huitres naturel; on verra un peu plus loin, à propos de la réserve du Bile, qu'il y a encore en ce point quelques vestiges d'un ancien banc.

J'ai interrogé des pêcheurs et des négociants du pays qui tous m'ont affirmé que l'on ne prend jamais d'huitres dans les

dragues ou chaluts, à proximité de la côte. Je n'en ai jamais trouvé une seule dans mes nombreuses excursions de marées le long de la côte, sur le sable ou fixées aux rochers.

Il n'existe dans la région aucun gisement d'huîtres portugaises, et l'on n'en voit jamais apporter au marché du Croisic; et cependant j'en ai trouvé deux coquilles dans le Trait du Croisic; je ne m'explique pas leur provenance.

Quant aux huîtres ordinaires elles proviennent toutes de la région d'Auray et du bassin d'Arcachon, à l'exception toutefois de celles du Bile. Elles sont amenées par bateau et déposées à même sur le sol, ou dans des caisses grillagées, ou dans des claires d'engraissement, mais il n'y a pas dans la région de collecteurs pour le naissain.

Voici maintenant l'énumération des établissements ostréicoles en descendant la côte de la Vilaine vers la Loire. Les numéros placés en face de chaque groupe de concessions huîtrières sont reportés en rouge (dans un cercle également rouge) sur les cartes.

**Syndicat de Penestin.**

La surface des huîtrières de ce syndicat est de 12 hect. 92 ares.

*1. Huîtrières de Pingrin.* — Dans l'embouchure de la Vilaine six concessions, formant ensemble environ 4 hectares, se trouvent sur la grève et sont entourées sur trois côtés par une moulière naturelle, plate. Ces huîtrières ne sont en rapport que pour la moitié de leur superficie; ce sont des parcs d'engraissement et de dépôt.

*2. Huîtrière de Loscolo.* — Une seule concession d'un hectare dans le fond d'une petite baie, entourée par trois moulières naturelles.

*3. Réserve de l'Etat à la Pointe du Bile.*

*4. Concessions huîtrières du Bile.*

Ces deux sortes d'établissements ont une histoire fort curieuse; ils sont tellement liés l'un à l'autre, quoique parfaitement distincts, qu'il est nécessaire de les grouper et il est intéressant et tristement instructif de raconter très brièvement les vicissitudes des établissements du Bile. Je laisse de côté une

foule de détails qui allongeraient trop cette note; il y en a cependant quelques-uns qui ne manquent pas de saveur et de comique.

Par une décision ministérielle du 8 novembre 1863 l'utilité de l'organisation d'un cantonnement ostréicole au Bile fut reconnue et son installation décrétée un peu plus tard.

Il existait près de la pointe du Bile depuis un temps immémorial un banc d'huîtres naturel de dimension assez restreinte; mais qui paraît avoir été jadis très productif; les Mollusques étaient fixés sur les rochers qui ferment au nord le Trait de Penbe. Ces huîtres étaient enlevées par les riverains sans mesure ni règle, et leurs pillages menaçaient le banc de disparaître.

En 1864 on délimita un rectangle d'un peu plus de 3 hectares sur ce banc en l'entourant de pierres; il est disposé de façon à ce que la partie sud ne découvre que dans les grandes marées, tandis que la partie nord, qui a 1 hect. 70, la plus voisine de la côte, découvre à toutes les marées de quinzaine.

Un second rectangle, au sud-est du premier, était réservé dans le même but, mais il n'a jamais été aménagé et figure seulement sur les anciens projets.

En instituant cette réserve l'Etat avait pour but de préserver le banc naturel et de provoquer la reconstitution de l'ancien banc jadis plus important; on espérait aussi que de nouveaux bancs se créeraient dans le voisinage. En 1867 des concessions huîtrières furent accordées à 37 veuves, enfants d'inscrits, ou inscrits âgés dans le voisinage de la réserve, sur la grève du Trait de Penbe. Ces 37 concessionnaires furent organisés en une Association des parqueurs du Bile. On pensait que ce serait là le noyau d'une industrie ostréicole florissante dans la région. On donnait à ces gens les huîtres produites dans la réserve, et les huîtres d'épave arrachées par la mer.

Les concessions étaient chacune de 25 ares primitivement; elles étaient groupées en deux rectangles (N° 4 sur la carte); chaque parqueur jouissait du produit de sa concession, et leur association encaissait le produit de la vente des huîtres prélevées dans la réserve de l'Etat.

A titre de première mise de fonds l'Etat en 1867 accorda à

l'Association une somme de 10.250 fr. produit de la vente de 300.000 huîtres des réserves impériales d'Arcachon. Ces fonds importants furent employés à la construction d'une maison de garde, à l'installation et aux clôtures de la réserve et des 37 nouveaux parcs et à l'aménagement du futur banc artificiel destiné à compléter la réserve.

La somme ne fut pas totalement employée, et actuellement le reliquat, après des vicissitudes diverses, s'élève à 1200 francs environ, placés en un livret de caisse d'épargne.

Les huîtres, dans la réserve, étaient fixées sur de grosses pierres d'où on les arrachait de temps à autre pour les vendre.

Tout d'abord tout marcha à souhait, et en 1867 on estimait à 2.000.000 le nombre des huîtres contenues dans la réserve. Peut être faudrait-il diminuer ce chiffre car dans l'ardeur du début, on avait probablement une tendance à exagérer les côtés favorables de l'entreprise. Les ventes s'élevaient à un chiffre assez élevé et la caisse de l'Association était remplie.

Mais peu à peu, par suite du défaut de surveillance, par l'effet de dons plus ou moins justifiés prélevés sur la caisse en faveur de veuves ou de personnes beaucoup moins qualifiées, le capital disponible de l'Association ne s'élevait plus, en 1893, qu'à la somme dérisoire de 2 fr. 70. D'autre part la dilapidation de la réserve avait fait tellement diminuer le nombre des huîtres que la disparition totale du banc était imminente.

A partir de cette époque la surveillance de la réserve par un garde nommé en 1890 — que l'Etat loge et paie 1000 francs — étant devenue plus efficace et la règlementation plus strictement observée, les prélèvements d'huîtres furent arrêtés. La réserve s'est peu à peu reconstituée, mais elle ne contient encore actuellement que 360.000 huîtres environ.

On y a installé des fascines et des claies collectrices qui sont confinées dans la partie basse de la réserve tandis que la partie haute qui découvre aux marées de quinzaine ne contient que des huîtres adultes. Le naissain est destiné aux parqueurs.

Quant aux parcs de l'Association (actuellement Syndicat des parqueurs de Penestin) leur distribution a changé dans une large mesure depuis la création. Actuellement 54 concessions

se trouvent sur l'ancien emplacement des 37 concessions primimitives; on en a dédoublé un grand nombre par suite de partage d'héritage, pour satisfaire plus de personnes, et les concessions de 12 ares et demi sont les plus nombreuses.

Le résultat de cette subdivision a été néfaste; ces concessions trop petites ne valent pas la peine d'être entretenues et exploitées en raison de l'extrême modicité du revenu qu'elles pourraient fournir. Aussi la plupart d'entre elles sont-elles dans un état navrant, envasées, à peine indiquées par quelques restes de pieux. Les parqueurs y viennent rarement et se contentent d'enlever les quelques centaines d'huîtres épaves que la mer y apporte; beaucoup n'y viennent guère qu'une fois l'an.

Toutes les observations, réclamations ou menaces de l'autorité, qui, en l'espèce, est l'administrateur de l'inscription maritime du Croisic, sont restées sans effet, tant l'apathie de ces petits concessionnaires est extrême. Mais s'ils font la sourde oreille aux objurgations de l'Etat quand il leur faut se donner un peu de peine, en revanche ils ne manquent pas d'audace quand il s'agit de réclamer un avantage. En voici un exemple. Les concessionnaires *doivent* chaque six mois, travailler au nettoyage de la réserve en enlevant les Etoiles de mer et les Bigorneaux perceurs. On les a malheureusement habitués à leur payer ce travail qui était cependant la seule charge, bien légère, grevant la concession d'un parc. Or actuellement certains d'entre eux pétitionnent pour que l'enlèvement des Etoiles et Bigorneaux *dans leurs propres parcs* soit fait aux frais du syndicat!

En résumé l'institution de la réserve huîtrière du Bile semble avoir complètement manqué son but. Les bancs anciens n'ont pas été reconstitués dans leur état primitif, aucun banc nouveau ne s'est formé, le banc naturel du Bile a beaucoup diminué d'importance dans la réserve même, et enfin l'essor de l'industrie ostréicole dans la baie du Bile, sur lequel on fondait au début de si belles espérances, n'a été qu'un feu de paille rapidement éteint.

Cette baie du Bile admirablement douée naturellement pourrait en effet devenir un centre ostréicole important; mais

elle manque absolument de débouchés. Le chemin de fer le plus voisin (Guérande) en est loin, il n'y a pas dans les environs d'agglomération suffisamment importante pour assurer l'écoulement des produits. Les villes comme Guérande, le Croisic, Saint-Nazaire, trouvent dans le trait du Croisic toutes les huîtres qui leur sont nécessaires, et les grands établissements du Morbihan font une concurrence contre laquelle le Bile ne peut espérer lutter.

Aussi est-il question de supprimer la réserve et le garde; cette mesure serait évidemment justifiée puisque les produits sont très loin d'atteindre les frais; on laisserait les concessionnaires gérer à leur guise leurs parcs comme partout ailleurs. Cette solution s'impose, sinon tout de suite, au moins dans un avenir très prochain.

J'ai résumé l'histoire intéressante et instructive de cet établissement officiel du Bile; elle montre, entre autres résultats, que les particuliers sont mieux qualifiés que l'Etat pour ces sortes d'entreprises.

### Syndicat de Mesquer.

*5. Huîtrières de Penbe.* — Deux concessions à l'ouest de la pointe de Penbe; la plus méridionale au bord du grand bouchot n° 64.

*6. Huîtrières de Mesquer.* — Deux concessions peu importantes à l'est de la pointe de Penbe.

A ces concessions il faut ajouter un dépôt d'huîtres, qui se trouve dans une partie d'un bouchot à moules. L'ensemble des petites concessions (nos 5 et 6) représente 2 hectares 63 ares.

### Syndicat de la Turballe.

Ce syndicat ne contient que deux parcs à huîtres, d'une superficie de 1 hectare 63 ares; comme ils sont situés dans le Trait du Croisic nous les étudierons avec ceux de ce dernier syndicat.

**Syndicat du Croisic.**

Toutes les concessions de ce syndicat sont situées dans le Trait du Croisic ainsi que celles de la Turballe et une partie de celles du Pouliguen. Leur ensemble, en y comprenant d'autres établissements ostréicoles qui sont des propriétés privées, forme une surface totale de 23 hectares 54 ares 75 centiares.

Les huîtrières sont groupées sur les rives des deux principaux chenaux, et placées réglementairement à 6 mètres au moins du bord de l'eau basse de grande marée.

7. *Huîtrière de Penbron.* — Cette huîtrière occupe un long rectangle devant la pointe de Penbron. Elle est constituée par huit rangées parallèles de grandes boîtes plates, à fond de grillage, portées chacune sur 4 pieds enfoncés dans le sable, les unes ont un couvercle en grillage, pour la protection des petites huîtres, les autres n'en ont pas. Chaque boîte est à 20 centimètres environ au-dessus du sol (Fig. 1, pl. 1). Cette installation, en excellent état, est la seule de toute la région qui soit construite sur ce modèle. Aucune clôture ne la délimite. On trouve ailleurs des boîtes goudronnées analogues mais elles sont alors disposées dans des claires ou dans des bassins cimentés.

8. *Huîtrières du Rocher du Pot.* — Trois groupes de concessions se trouvent sur la rive gauche du chenal, et un autre en face sur la rive droite.

Les deux premiers sont des établissements mixtes; chacun d'eux se compose de deux rectangles dont le plus voisin du chenal sert de dépôt d'huîtres, et le plus éloigné du chenal est une moulière. Les huîtres sont simplement déposées sur le sol sans aucune installation spéciale. La troisième, qui fait suite aux deux autres, est un grand parc à huîtres exclusivement disposé de la même façon; il est en pleine prospérité.

La concession de la rive droite du chenal est, pour la plus grande part, une moulière; mais dans son angle inférieur une portion est réservée aux huîtres qui y sont déposées à plat. Cette concession contient en outre un parc à palourdes et à bigorneaux.

9. *Etablissements de Sissables.* — Il s'agit ici d'une propriété

privée de 15 hectares 80 ares. Elle forme un vaste rectangle qui sépare les deux parties du Trait du Croisic en deux portions inégales, le grand Trait au sud, le petit Trait au nord. Elle se compose de deux grands rectangles entourés de murs et servant de pâturages et de réservoirs, et d'un grand espace situé entre les deux rectangles, occupé par un vaste bassin. Une digue solide maintient l'eau dans ce bassin qui, à la bonde a près de 3 mètres de profondeur. Son fond se relève en pente douce pour aboutir à une étendue importante de claires couvrant une surface de 10 hectares. Toute cette installation, qui a coûté des sommes considérables, est en grande partie abandonnée. Elle n'est pas en mauvais état et il suffirait d'une dépense peu élevée pour la remettre en fonctionnement. On se contente actuellement de faire l'élevage des mulets dans le bassin. Une maison de garde fait partie de l'établissement dont dépend le grand parc de la rive gauche du chenal, dont il a été question plus haut (n° 8).

Il est à souhaiter que l'on n'attende pas trop longtemps pour réorganiser cet établissement qui serait certainement le meilleur de tout le Croisic.

*10. Parcs du Mont-Esprit.* — Sous la butte du Mont-Esprit et derrière la gare du Croisic se trouve une série de parcs et bassins occupant un ancien étier et faisant le tour du premier marais salant. Ils s'avancent jusque dans le second étier, mais en ce point le chenal se déplace et a fortement endommagé les claires les plus voisines.

Ces parcs sont exclusivement des claires et des bassins de dépôt, avec maisons de manutention. Ces claires ne sont couvertes que dans les marées de quinzaine. Dans les unes les huîtres sont à plat sur le fond, dans les autres elles sont en boîtes grillagées. Il est à remarquer que dans certains de ces parcs les huîtres ont les branchies nettement vertes, sans cependant atteindre à la coloration des Marennes vertes et bien qu'aucune installation spéciale n'existe en vue du verdissage industriel. Des essais ont été faits autrefois à l'aide de vase apportée de Marennes, mais ils n'ont pas été suivis de succès. Ajoutons que ces claires servent accessoirement de dépôt à Palourdes et que l'une d'elles est transformée en parc à Bigorneaux.

*11. Parc abandonné* d'un hectare; il serait facile de le remettre en fonctionnement.

*12. Claires abandonnées*, en face du bourg de Batz. Elles sont encore en état suffisant pour qu'à peu de frais on puisse les rétablir.

Je laisse de côté quelques concessions complètement abandonnées qui n'ont plus d'existence que dans les archives de l'Inscription maritime.

**Syndicat du Pouliguen.**

*13.* Trois établissements aux environs de la gare ne servent que de dépôts temporaires des huîtres, palourdes et moules recueillies dans le Trait du Croisic. Ce sont d'ailleurs les bassins à langoustes et homards qui constituent la partie principale de ces trois installations qui sont des propriétés privées couvrant environ 3 hectares et pour lesquelles on a utilisé des marais salants recreusés et aménagés.

## II. — MOULIÈRES.

Si les gisements huîtriers naturels sont absents et les établissements ostréicoles rares sur la côte Loire-Vilaine, par contre les moulières naturelles ou artificielles sont nombreuses, occupent un espace considérable, et donnent lieu à une exploitation importante. Les moules, bien que d'excellente qualité, surtout dans quelques points que je signalerai en passant, ne peuvent cependant arriver à égaler par leur taille les belles moules de l'Aiguillon ou de Châtelaillon.

### *A)* MOULIÈRES NATURELLES.

Les moulières naturelles sont très nombreuses et presque toujours elles sont constituées par des bancs de Mollusques sur

roches. L'exploitation de ces moulières naturelles est réglementée et pour l'année 1905-1906 elle est autorisée sur 17 d'entre elles, tandis qu'elles est interdite sur 22 autres.

Ces moulières naturelles ne contiennent guère que des moules de petite taille, maigres, à byssus très développé; aussi ne sont-elles exploitées que par les riverains pour la consommation journalière. Ce ne sont presque jamais les moules des gisements locaux qui sont utilisées pour l'établissement des moulières artificielles, pour lesquelles on fait venir des moules du dehors et principalement de Noirmoutiers.

Comme je l'ai fait précédemment pour les huîtrières, je suivrai, pour l'indication des moulières, la côte en descendant de la Vilaine vers la Loire. Les gisements naturels sont indiqués par une teinte bleue plate, et les gisements artificiels par des hachures bleues. Les numéros correspondants sont indiqués dans un cercle bleu.

**Embouchure de la Vilaine.**

Les moulières naturelles de cette région appartiennent, sur la rive gauche, au quartier du Croisic. Bien que la rive droite soit en dehors des limites de la région que je me propose d'étudier dans cette note puisqu'elle appartient à un autre quartier je crois cependant utile d'en dire quelques mots, car l'une des moulières que l'on y trouve est très intéressante au point de vue biologique; j'y reviendrai d'ailleurs plus tard avec quelque détail.

*14. Moulière de Pengroix.* — Sur la rive droite de la Vilaine entre Tréhudal et Vieille Roche; c'est la moulière la plus avancée dans l'estuaire de la Vilaine.

*15. Moulières de Billiers.* — On trouve à l'entrée même de la Vilaine, sur la rive droite du chenal, un petit estuaire qui sert d'étier à des marais salants et forme le petit port de Billiers. Dans ce port même on trouve des moules exploitées pour la consommation; elles y atteignent même une belle taille. Le fait intéressant qui caractérise cette moulière est que, dans une portion restreinte du gisement, presque toutes les moules contiennent

des *perles*. Cette particularité a été signalée il y a quelques années dans une note publiée par le baron d'Hamonville (1) dans le Bulletin de la Société zoologique de France. J'ai eu depuis l'occasion de faire venir à mon laboratoire plusieurs lots de ces moules qui ont servi à M. Boutan à faire un travail fort intéressant sur la formation de ces perles et sur le parasite qui en est la cause (2). Je renvoie le lecteur pour plus de détails à ces deux publications.

**Syndicat de Penestin.**

Par un décret du 20 août 1898 l'exploitation des moulières du syndicat de Penestin est exclusivement réservée aux personnes domiciliées dans ce syndicat.

*16. Moulière du Banc de Tréhudal.* — Située dans le chenal même de la Vilaine; elle couvre des pierres plates et vaseuses.

*17. Moulière de la Pointe du Scal.* — Sur les roches basses qui se trouvent à l'extrémité orientale de la grande grève vaseuse de la rive gauche de la Vilaine.

*18. Moulière de Pingrin.* — Moulière en forme de demi cercle sur la vase et les pierres plates. Elle entoure un groupe de concessions huîtrières (n° 1) qui occupent la petite pointe de la Branzais.

*19. Moulière de la Route Neuve.* – Sur la même grève au bord du chenal.

*20. Moulière du Grand Sécé.*

*21. Moulière du Petit Sécé.* — Ces deux moulières occupent une assez grande surface sur les roches basses qui entourent la balise à l'extrémité occidentale de la grève vaseuse dont la pointe du Scal forme la pointe orientale.

*22. Moulière de Castilly.* — Petite moulière qui se rattache avec la suivante au groupe des deux Sécé.

(1) D'Hamonville. — *Les moules perlières de Billiers.* Bulletin de la Société zoologique de France, 1894, p. 140.

(2) Boutan L. — *Les perles fines, leur origine réelle.* Archives de zoologie expérimentale et générale. 4e série, t. II, n° 1, 1904.

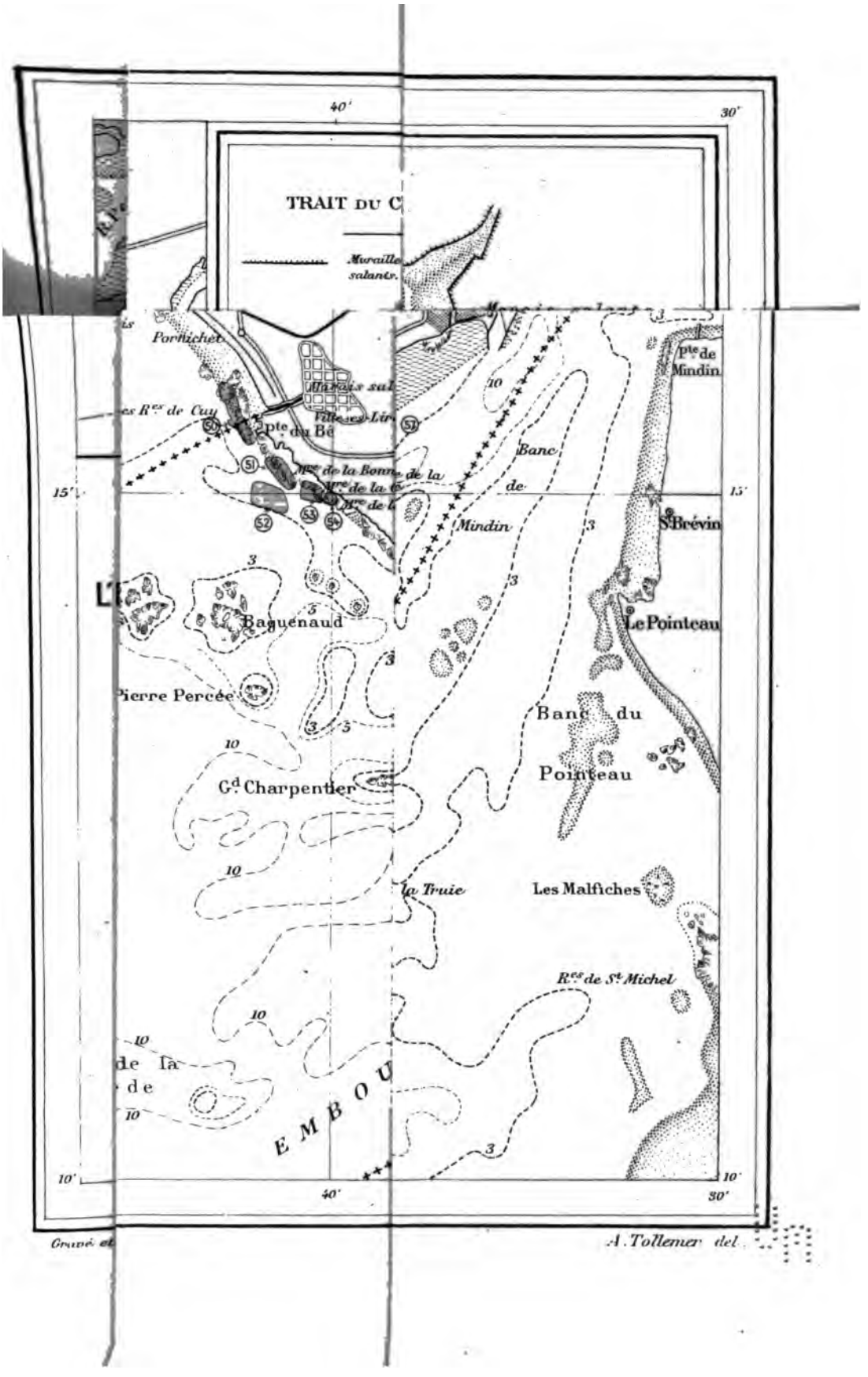

TRAIT DU C
Muraille salants.
Pornichet
Marais sal
Ville-es-Lir
Pte du Bé
Mre de la Bonne de la
Mre de la
Mre de l
Banc de Mindin
Pte de Mindin
St Brévin
Le Pointeau
Baguenaud
Pierre Percée
Gd Charpentier
Banc du Pointeau
la Truie
Les Malfiches
Res de St Michel
EMBOU
de la
de
40'
30'
15'
10'
Gravé et
A. Tollemer del.

Fig. 1. — Vue des boites ostréicoles
installées sur le bord du chenal de Penbron dans le Trait du Croisic.

Fig. 2. — Vue de la moulière du Port Lin
sur les blocs de la côte exposés aux vagues du large.

Fig. 3. — Vue d'une moulière à plat dans le Trait du Croisic.

Fig. 4. — Vue d'un élevage de Littorines (Bigorneaux) sur la côte du Croisic.

*23. Moulière du Sénégal ou du Sénécal.* — Cette moulière avec les précédentes sépare deux grandes plages occupées par des bouchots importants.

*24. Moulière de la pointe du Halguen.* — Sur roches, occupe la pointe extrême de l'embouchure de la Vilaine.

*25. Moulière de la Moren.* — Moulière sur roches.

*26. Moulière de Cofrenau.* — Sur les roches.

*27. Moulière du Lomer.* — Sur les roches formant l'extrémité nord d'une grande grève, dont la limite sud est occupée par l'importante moulière suivante.

*28. Moulière du Poudrantais.* — C'est un grand gisement qui se rattache à un groupe de moulières sur roches entourant une petite concession huîtrière.

*29. Moulière de l'île de Belair.* — C'est un ilot dont le pourtour est couvert de moules surtout du côté du large.

*30. Moulière de la pointe de Loscolo.* — Cette moulière est de dimensions assez considérables, sur roches étendues autour de la pointe.

Les trois moulières naturelles suivantes entourent la pointe du Bile et les établissements ostréicoles dont il a été question plus haut. Elles forment un gisement important à l'extrémité du Trait de Penbe, et ont pour pendant, de l'autre côté de ce Trait, une série d'autres moulières plus petites.

*31. Moulière de l'Aloes ou de la Pointe à Baccus.* — Elle s'étend sur une assez grande surface et se confond presque avec la suivante.

*32. Moulière de l'île du Bile.* — Elle couvre les rochers directement contre la réserve huîtrière de l'Etat, autour de la pointe du Bile.

*33. Moulière du Trait de Lespernel.* — Sur les rochers et sur la grève du Trait, au-dessus des parcs à huîtres du syndicat.

**Syndicat de Mesquer.**

*34. Moulière de la Basse Blate.* — Petite moulière sur vase sableuse, à l'entrée du chenal.

*35. Moulière de la Roche Préel.* — Elle est située en dedans

du trait de Mesquer à l'abri de la longue pointe basse qui le ferme à l'ouest.

*36. Moulière des Vases d'Assérac.* — Elle est située au fond du trait de Mesquer.

*37. Moulière du Grand Sillon.* — Elle fait le pendant de la moulière de la Roche Préel, en dehors de la pointe qui ferme le trait de Mesquer.

*38. Moulière du Plat du Roi.* — Située sur les rochers bas séparés de la côte. C'est en réalité la continuation de la précédente.

**Syndicat de la Turballe.**

*39. Moulière de Brambel.* — Assez longue moulière sur les rochers battus de la côte; elle s'étend aussi sur les roches de Kervairé.

Groupe des moulières du plateau de Piriac.

*40. Ancienne moulière du Grand Moren, ou Norven, ou Nouer-Ven.* — Cette moulière a disparu actuellement. Je crois cependant utile de la signaler, car ces moulières sont susceptibles de se reconstituer.

*41. Ancienne moulière de Blousqui.* — Cette moulière de grande étendue était située sur les rochers de la côte; elle a presque entièrement disparu.

*42. Moulière du Goéland.* — Sur les rochers du même nom.

*43. Moulière du Non-Nerven.* — Sur les rochers au nord du Goéland ; en réalité c'est le même gisement.

**Syndicat du Croisic.**

Un premier groupe de moulières se trouve sur les pierres basses, les rochers et les sables de l'entrée du Trait. Elles forment là une série mal délimitée qui paraît être soumise à des variations d'importance très considérables. Actuellement celles qui se trouvent sur le sable sont à peu près complètement épuisées. Celles sur pierre le sont moins.

*44. Moulière de la Basse-Plate.* — S'étend au loin, à l'Est de la jetée du Croisic, sur un sol sableux et vaseux. Elle ne

découvre qu'en grande marée; elle a presque disparu actuellement.

*45. Moulières de l'Olifant, Petite Crasse, Rocher Mabon.* — Ces trois petites moulières, qui, en réalité n'en forment qu'une seule se trouvent dans le chenal même du Croisic, entre Penbron, l'Estacade du Port et la jetée. Elles sont assez pauvres et semblent en voie de disparition.

*45bis. Moulière de la Balise.* — Cette moulière naturelle d'environ 2 hect. est en voie de formation dans le Trait du Croisic sur le sable vaseux.

Un second groupe de trois moulières se trouve sur la côte rocheuse de la pointe du Croisic à la pointe de Penchâteau. C'est la partie la plus déchiquetée de la région. L'espace compris entre la falaise granitique et la ligne de basse mer est étroit, et très battu par les grosses lames du large.

*46. Moulières du Port Lin.* — C'est la plus étendue des trois; les moules y sont très petites par plaques isolées sur certains rochers (Fig. 2, pl. 1).

*47. Moulière de Valentin.* — Elle est plus petite que la précédente; sur les rochers de l'entrée de la plage Valentin.

*48. Moulière de Casse Cailloux.* — Située à l'autre extrémité de la plage Valentin, elle est fort restreinte.

Les moules de ces trois gisements sont très médiocres et n'atteignent jamais la taille de celles qui vivent sur des roches moins battues; elles sont petites, maigres et se cramponnent aux rochers par un byssus extrêmement développé, qui les rend impropres à la consommation.

### Syndicat du Pouliguen.

Aux deux extrémités de la grande grève du Pouliguen se trouvent deux moulières naturelles dont l'une est fort importante.

*49. Moulière des Impaires.* — Les indications officielles la décomposent en deux moulières: les Grands Impaires et les Petits Impaires.

Cette moulière est importante par sa grande étendue et par la quantité de moules qu'on y recueille. Les roches Impaires sur

la grande grève du Pouliguen, au bord du chenal, sont basses et mélangées aux nombreuses constructions sableuses que font les Hermelles. Elles sont couvertes de goémon et, au mois d'août les moindres brins de ces algues sont couverts d'une énorme quantité de jeunes moules de 3 à 5 millimètres de long. Les moules atteignent une bonne taille dans ces rochers et leur qualité est supérieure à celle des moules de la côte rocheuse du Croisic.

*50. Moulière des roches Cuy ou Cuits.* — Ces roches se trouvent en face de Pornichet; elles sont peu élevées et portent une moulière sans grande importance.

**Syndicat de Saint-Nazaire.**

La limite des quartiers du Croisic et de Saint-Nazaire étant formée par le ruisseau de Pornichet qui débouche juste en face des roches de Cuy, les moulières se trouvent réparties sur les deux quartiers. En réalité tout ce groupe forme un tout indivisible où il est fort difficile d'établir les limites de chacune des moulières. D'après les renseignements que j'ai pu obtenir sur place et auprès de M. le Commissaire de l'Inscription maritime à Saint-Nazaire, il est probable qu'une énorme moulière naturelle s'étend depuis le Pouliguen jusqu'à Saint-Nazaire, à petite profondeur, et que les bancs qui découvrent aux Impaires, Cuy, etc., ne sont que les points extrêmes littoraux de ce banc.

*51. Moulière de Bonne Source.* — Sur les rochers de la côte.

*52. Moulière du Poignard.* — La plus grande de ce groupe, isolée de la côte.

*53. Moulière de la Grande Chèvre.*

*54. Moulière de la Petite Chèvre.* — Ces deux dernières sont sur la côte et de peu d'étendue.

Les moulières qui suivent sont dans l'entrée même de la Loire.

*55. Moulière de Saint-Marc.* — Près la pointe de Chemoulin sur la côte.

*56. Moulière du Banc de la Rougeole.* — Isolée de la côte; importante par sa dimension; la pêche y est interdite en 1905 pour cause de pillage par les riverains.

*57. Moulière de la ville ès Martin.* — Peu importante; sur les rochers de la côte.

### *B)* MOULIÈRES ARTIFICIELLES.

Les moulières artificielles sont tantôt installées sur des bouchots, tantôt sur le sol vaseux sans aucun support. Il est inutile de décrire ces bouchots qui sont semblables à ceux de la côte des Charentes; je n'en dirai donc rien. Quant aux moulières à plat elles se développent sur les parties vaseuses des bords des chenaux. L'enchevêtrement des byssus de ces mollusques forme un réseau inextricable qui retient la vase et produit rapidement un exhaussement important du sol; on sait, depuis les expériences de Viallanes, que les moules fixent en quelque sorte la vase pulvérisée dans l'eau, et ce phénomène contribue à accumuler la vase dans les régions occupées par les moulières. Certains pêcheurs m'ont affirmé que dans certains endroits les moulières avaient exhaussé le sol de près de 30 centimètres par an. Le fait est que les moulières à plat forment des intumescences du sol très caractéristiques et qui tranchent nettement sur la grève plate du voisinage.

L'administration de la marine, en raison de cet envasement, réduit les moulières dans le Trait du Croisic en supprimant les concessions abandonnées et en refusant d'en accorder de nouvelles. Elles ont, de ce chef, beaucoup diminué dans le Trait du Croisic qui n'en renferme plus actuellement que 23 hectares 57 ares.

Les moulières artificielles sont réparties sur trois points seulement de la côte, en mettant à part les 3 petits dépôts insignifiants du Pouliguen; ce sont les trois grandes plaines abritées, les seules présentant des surfaces sablo-vaseuses suffisamment plates : l'embouchure de la Vilaine, le Trait de Penbe et le Trait du Croisic.

#### *a)*. **Embouchure de la Vilaine.**

*58. Bouchots du Loch.* — Sur la grève vaseuse le long du chenal, rive droite.

*59. Bouchots de Tréhudal.* — Sur le bord du chenal, entre la côte et le banc naturel de Tréhudal — 750 mètres de long. La surface est d'environ trois hectares.

*60. Réservoir* à moules près du port de Tréhiguier, creusé dans le rocher.

*61* et *62. Bouchots* à six concessionnaires et moulières à plat. Une nouvelle concession *(62)* vient d'être faite en août 1905 en ce point. L'un des bouchots se trouve au bord du chenal entre la moulière de Pingrin et le grand Sécé. L'ensemble de ces concessions couvre une surface de 10 hectares environ.

*63. Bouchot* au bord du chenal, à l'embouchure de la Vilaine, entre le Petit Sécé et la pointe de Halguen. Cette concession n'est pas encore définitive, toutefois les formalités nécessaires étant accomplies, la signature ne peut tarder.

La concession a 1000 mètres de long sur 100 de large, soit 10 hectares.

L'ensemble des concessions pour parcs, bouchots et moulières à plat, en y comprenant celles en voie d'organisation, couvre, dans le syndicat de Penestin, une surface d'un peu plus de 23 hectares.

### *b).* **Trait de Mesquer.**

Les moulières artificielles appartiennent au syndicat de Mesquer. Elles sont groupées autour de la pointe de Penbe, dans le Trait de Penbe et dans le Trait de Mesquer.

*64. Bouchots du Trait de Penbe.* — Situés au bas de l'eau du Trait de Penbe. Deux grandes concessions, tout récemment accordées s'avancent jusqu'au milieu du Trait de Penbe et triplent l'importance de ces bouchots qui ont 5 hectares environ.

*65. Bouchots le long du chenal du Trait de Mesquer.* — Cette concession d'environ 5 hectares est occupée par des moules, des huîtres et des palourdes. L'ensemble des bouchots est d'environ 7 hect. et demi. Un troisième bouchot se trouve sous la pointe de Keravalo.

Ces moulières paraissent produire les meilleures moules de la région.

### *c).* **Trait du Croisic.**

Les moulières artificielles sont réparties sur le bord des principaux chenaux du Trait du Croisic. L'ensemble des concessions atteint une surface de 23 hectares 57 ares 20 centiares, réparties entre 25 concessionnaires appartenant aux syndicats du Croisic, de la Turballe et du Pouliguen ; ces trois syndicats ont chacun une portion du Trait, dont la plus importante est celle du Croisic.

Des bouchots se trouvaient autrefois dans le Trait sous la pointe de Penbron, au rocher du Pot. Mais, par suite de l'envasement rapide de cette localité, les pieux se sont trouvés trop courts et le système a dû être abandonné; on a établi alors une moulière à plat, qui offre cette particularité d'être parsemée des restes de pieux de l'ancien bouchot. Les moules ne se fixent d'ailleurs pas sur les pieux. Cette moulière ainsi disposée et très prospère offre un aspect tout à fait spécial.

Il ne reste actuellement dans le Trait du Croisic aucun bouchot fonctionnant et les moulières à plat sont les seules que l'on y trouve. Elles sont presque exclusivement alimentées par les moules de Noirmoutiers.

Un premier groupe de moulières se trouve autour du chenal de droite sous Penbron.

*66. Moulières du Rocher du Pot.* — Une grande moulière se trouve en ce point; c'est celle où les bouchots ont été abandonnés ainsi que je viens de le dire. Une petite partie de la concession est réservée aux huîtres et aux palourdes.

*67. Deux rangées* parallèles de moulières à plat se trouvent à la suite de la précédente, sur la rive droite du chenal ; elles ont plus d'un kilomètre de long, et sont suivies de parcs à palourdes.

*68. Moulières de Sissables.* — Une des meilleures moulières du Trait; elle est suivie de deux parcs à palourdes vers le fond du petit Trait, le plus oriental est en voie de disparition.

Sur la rive droite se trouvent deux parcs (8, chiffre rouge) où la région inférieure est réservée aux huîtres et la région supérieure aux moules. Ces deux moulières sont très prospères.

*69. Une petite moulière* isolée entre les deux chenaux du Trait non loin de l'entrée. C'est le dernier vestige de moulières qui, il y a peu d'années, se trouvaient autour du chenal du Trait du Croisic; elle est d'ailleurs supprimée officiellement.

On trouve maintenant une série de moulières formant un second groupe autour du chenal de gauche du Trait et de ses embranchements.

*70. Un groupe de moulières* sur la rive droite. La plus inférieure est importante et très prospère; une petite portion est réservée aux palourdes (Fig. 3, pl. II).

*71. Moulières de la gare du Croisic.* — Plusieurs moulières se trouvent dans cette région du Trait; elles sont assez restreintes de dimension. Celles qui se trouvent autour du premier chenal sous la gare, sont abandonnées, mais elles n'en persistent pas moins quoique très apauvries, et les pêcheurs à pied y fond des prélèvements. C'est surtout le cas de celle qui se dirige vers le parc à huîtres abandonné (11, chiffre rouge).

*72. Moulières entre les deux premières branches du chenal.* — Plusieurs moulières se trouvent dans cette région; les plus basses sont florissantes, celles qui se rapprochent de la muraille du Trait sont plus pauvres, et l'on trouve autour d'elles des vestiges de moulières abandonnées.

*73. Groupe de moulières, outre les deuxième et troisième branches du chenal.* — Comme pour les précédentes, les plus inférieures sont les meilleures; les plus hautes sont à peine exploitées.

Il n'y a rien à dire des moulières artificielles du Pouliguen; ce sont de simples bassins de dépôt pour la consommation journalière, dont les propriétaires ont également des huitres, des palourdes et des crustacés.

## III. COQUILLAGES COMESTIBLES

Les seuls Mollusques dont on tire parti sont les Palourdes *(Tapes decussata)*, les Rigadeaux *(Cardium edule)* et les Bigorneaux *(Littorina littoralis)*. On trouve dans la partie sableuse

du Trait, au Croisic, à Mesquer et ailleurs des Couteaux *(Solen)*, des Lavignons *(Scrobicularia piperata)*, mais on ne les recueille pas. Quant aux Pectens *(Pecten maximus)* on les prend seulement au chalut au large; on trouve sur la côte le *Pecten varius* en très petite quantité et on ne le récolte pas.

Les *Palourdes* font l'objet d'un commerce important. On les recueille dans les Traits et sur les grèves vaseuses; ce sont surtout les femmes et les enfants qui se livrent à cette pêche; les concessionnaires de parcs les leur achètent — un prix dérisoire d'ailleurs — les déposent dans leurs parcs, puis dans les claires et bassins pour la vente journalière. On trouve sur la côte une série assez importante de parcs à Palourdes; tantôt ce Mollusque y est déposé seul, tantôt il occupe un espace spécial dans une moulière ou une huîtrière

J'ai indiqué en noir, avec chiffres noirs, sur les cartes les emplacements de ces parcs.

*74. Tréhiguier.* — A l'embouchure de la Vilaine; 3 parcs à Palourdes représentant une surface de 4 ares 64 centiares.

*75. Trait de Mesquer.* — Parc réservé dans la moulière; surface 2 hectares 18 ares.

*76. Lerat.* — Au-dessous de la pointe de Piriac, 2 concessions formant ensemble 1 hectare.

*77. Trait du Croisic.* — Sur la rive droite du chenal sous Penbron et autour des premières branches de ce chenal plusieurs parcs dont l'un a plus d'un hectare.

*78.* Plusieurs petits parcs et bassins où les Palourdes sont placées dans des boîtes grillagées, autour du chenal gauche, sous la gare du Croisic.

*78*bis. Une nouvelle concession d'un peu moins d'un hectare est en voie d'installation.

L'ensemble de ces concessions pour Palourdes occupe une surface de 4 hectares 85 ares 5 centiares.

Les *Cardium edule* qu'on appelle dans le pays *rigadeaux*, sont ramassés à la main et généralement consommés par les pêcheurs. On en trouve cependant en dépôt dans quelques bassins près de la gare du Croisic et chez les marchands de marée de cette localité et des villes voisines; mais ils sont peu estimés et ne sont vendus qu'à des prix minimes.

Les Bigorneaux, *Littorina littoralis*, sont assez rares sur la côte ; on en trouve sur le Trait du Croisic mais en petite quantité ; leur recherche donnerait plus de peine que la vente n'en vaudrait. Deux industriels en font venir d'Espagne et les élèvent dans des bassins.

*79*. L'un de ces bassins est installé sur la côte du Croisic, près de la jetée, à la grève de Saint-Goustan. La figure 4 représente un des murs de ce bassin entièrement recouvert d'une épaisse couche de bigorneaux (Fig. 4, pl. II).

*80*. Un autre se trouve dans une des claires près de la gare du Croisic. De nombreuses planchettes enfoncées dans la vase dépassent de 30 à 40 centimètres la surface de l'eau ; les Mollusques grimpent sur ces planchettes où il est facile de les récolter.

En terminant j'ajoute qu'il se trouve sur les côtes ou dans les Traits 24 viviers à Crustacés ; ce sont tantôt des bassins maçonnées ou creusés dans le roc, tantôt des viviers flottants.

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
N° 60. — 25 Janvier 1906.

# Sur *Pelagothuria Bouvieri* (Holothurie pélagique nouvelle) recueillie pendant la Campagne du yacht "PRINCESSE-ALICE" en 1905.

par Ed. HÉROUARD

Pendant la Campagne de 1905, M. le Prof. E.-L. Bouvier a pêché à la surface de la mer un animal pélagique qui, quoique incomplet, permet cependant d'être rattaché avec certitude au genre *Pelagothuria*. Stn. 2103, 31° 38' N., 42° 38' W. Gr.

Ce genre intéressant qui était totalement inconnu avant les Campagnes de l'*ALBATROSS* paraît être assez répandu dans la faune des océans, car Chun a signalé dans son compte rendu préliminaire de la Campagne du *VALDIVIA* une espèce nouvelle, la *Pelagothuria Ludwigi*, provenant de l'Océan Indien et capturée à l'aide du filet vertical.

Il est donc permis de supposer que c'est une forme surtout bathypélagique, mais avec quelque doute, car plusieurs échantillons décrits par Ludwig sous le nom de *Pelagothuria natatrix* avaient été pris à la surface, ainsi que l'espèce recueillie à bord du yacht *PRINCESSE-ALICE*. Cependant il est à noter que tous ces échantillons de surface étaient incomplets, tandis que Chun en a observé de parfaitement intacts qui avaient été capturés à l'aide du filet vertical, ce qui plaide en faveur d'une forme bathypélagique.

L'espèce que je vais décrire et que j'appelle *Pelagothuria Bouvieri*, avait au moment de la capture ses tentacules péribuccaux étendus et nous fait connaître l'aspect que doivent avoir ces animaux quand ils sont en pleine vitalité, ce qu'il n'avait pas été permis de voir sur les exemplaires connus jusqu'ici qui tous avaient les tentacules rétractés (fig. 1).

L'exemplaire unique qui a été recueilli est incomplet, l'extrémité inférieure du corps étant enlevée et la cavité générale ouverte ne présentant plus que quelques débris d'organes. Mais toute la région supérieure est assez intacte pour qu'il soit

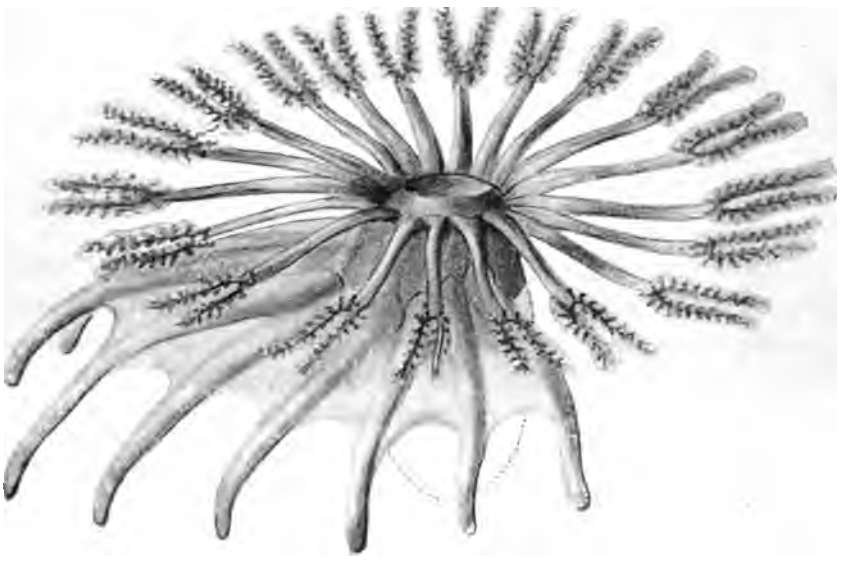


Fig. 1. — Vue d'ensemble de *Pelagothuria Bouvieri*.

permis d'en distinguer les caractères, et, chez *Pelagothuria* c'est cette région qui présente justement les différenciations les plus intéressantes.

Le corps mesure 18$^{mm}$ dans sa plus grande largeur, et, si l'on en juge par l'aspect général, sa longueur ne devait pas dépasser 35$^{mm}$, mais l'extrémité supérieure qui seule subsiste n'a que 22$^{mm}$.

Le corps dont l'axe est incurvé du côté ventral, présente trois régions : une région buccale, une région collaire et un tronc.

La région buccale est conique et porte à son sommet une large bouche circulaire, de laquelle part un pharynx en entonnoir régulier qui ne paraît pas être contracté en forme de fente comme Chun l'a indiqué chez *P. Ludwigi*. A la base du cône buccal se trouve un cercle de vingt tentacules péribuccaux de 35$^{mm}$ environ de longueur à l'état d'extension. Ces tentacules sont uniformément répartis au nombre de quatre dans chaque intervalle interradial et paraissent être tous d'une longueur sensiblement égale. Ils sont légèrement coniques dans leurs deux tiers proximaux. Leur tiers distal est formé par deux branches de bifurcation symétriques, qui portent sur leurs bords de petits rameaux qui tous sont situés dans le plan des deux branches de la bifurcation. Ces rameaux diminuent graduellement de longueur de la base aux pointes de la fourche. Cette disposition donne à l'ensemble l'aspect d'un tentacule portant une extrémité peltée.

La région collaire tronc-conique est limitée en haut par les tentacules péribuccaux et en bas par un cercle incomplet de douze appendices digitiformes. Ces appendices digitiformes n'existent que dans les trois interradius dorsaux et au nombre de quatre dans chacun d'eux; les deux interradius ventraux en sont dépourvus. Leur ensemble forme une collerette du côté dorsal et laisse libre le côté ventral. Les plus longs de ces douze appendices qui ont environ 40$^{mm}$ sont situés dans l'interradius dorsal médian et ceux des interradius latéraux diminuent insensiblement de longueur, en allant du dos vers le ventre. Leur implantation est excentrique par rapport à la couronne péribuccale; distants de celle-ci de 10$^{mm}$ environ dans l'interradius dorsal, les quatre appendices des interradius latéraux se rapprochent graduellement de la couronne péribuccale.

Le tronc, dont il ne reste qu'une faible partie, permet encore de reconnaître la région du canal hydrophore. On voit, sur la ligne médiane dorsale, un canal étroit parfaitement cylindrique qui doit être le canal hydrophore et en arrière de lui un tube plus renflé, qui est vraisemblablement le conduit génital. Ces deux tubes sont noyés dans une épaisse couche gélatineuse qui entoure le corps, et qui est formée par le tissu conjoncti de la paroi qui a pris une texture spéciale (fig. 2). (60)

Sur les radius on trouve quelques tubes pédieux : quatre sur le radius dorsal droit et deux sur le dorsal gauche situés en ligne sur chaque radius, au-dessous du niveau du conduit génital. Sur le radius ventral gauche on en trouve trois; les deux autres radius ventraux ayant presque totalement disparu ne permettent pas de s'assurer s'ils étaient porteurs de pieds.

Par transparence on voit le système nerveux qui se distingue bien grâce à sa couleur blanche opaque; il repose sur un cordon brunâtre qui représente probablement le système hæmal de Ludwig et qui par sa couleur foncée rend plus apparente le

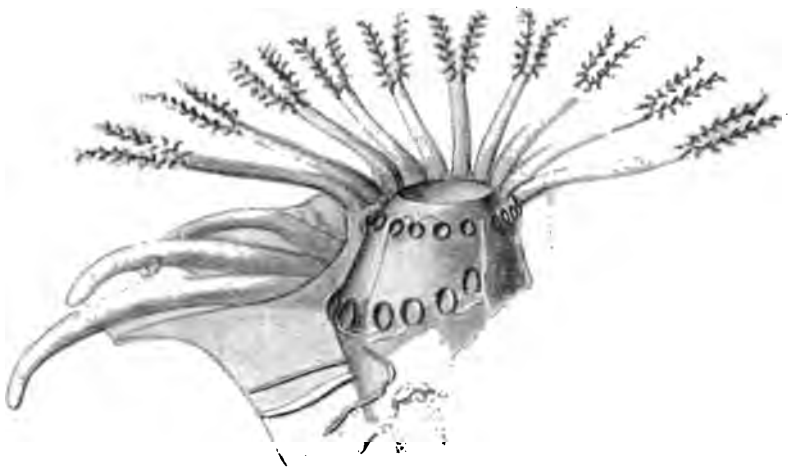


Fig. 2. — *Pelagothuria Bouvieri* chez laquelle le revêtement gélatineux a été coupé suivant le plan sagittal, et dont on a supprimé la portion droite ainsi que les tentacules péribuccaux et les appendices digitiformes situés à droite du plan sagittal.

cordon nerveux qui repose sur lui. On reconnaît qu'il existe autour de la bouche un collier péribuccal placé à la base des tentacules péribuccaux, au pied de leur face buccale. Ce collier est constitué par une succession de petits arcs à convexités tournées vers la bouche et à concavités regardant les intervalles des tentacules péribuccaux ; les points de jonction de ces arcs se continuent en un filet nerveux qui monte le long des tentacules. Les cinq cordons nerveux radiaires en partent dans les

intervalles des tentacules : ils sont renflés dans la région collaire et se continuent sur le tronc en passant entre les appendices digitiformes.

Au-dessous de la collerette formée par ces appendices on voit partir du tronc radial des nerfs latéraux, qui se rendent individuellement aux pieds de ces appendices dans lesquels ils courent jusqu'à l'extrémité.

Ces radius dorsaux présentent ainsi deux filets nerveux de chaque côté desservant les quatre appendices qui les avoisinent; tandis que les radius latéro-ventraux ne portent que deux filets nerveux partant de leur bord dorsal et se rendant aux deux derniers appendices des extrémités de la collerette.

Au niveau des tubes pédieux les troncs nerveux radiaux forment un lacet, des parties saillantes duquel partent les tubes pédieux.

Le système hæmal sous-jacent au système nerveux présente une disposition générale identique à celle du système nerveux.

H. Ludwig a émis l'opinion que les appendices digitiformes de la collerette pourraient représenter les ampoules tentaculaires qui seraient devenues saillantes extérieurement.

Je ne crois pas qu'il en soit ainsi dans *Pelagothuria Bouvieri*, d'abord parce qu'une injection poussée dans la cavité d'un appendice digitiforme s'arrête à la base de cet appendice et ne pénètre pas dans le tentacule péribuccal correspondant, (et nous savons que les canaux des tentacules communiquent généralement à plein canal avec ceux de leurs ampoules) et surtout, parce que les filets nerveux desservant ces deux sortes d'appendices sont complètement distincts, ceux des tentacules péribuccaux partant directement du collier nerveux. Il semble donc plus naturel d'admettre que les appendices digitiformes représentent les premiers tubes pédieux qui ont pris ici des proportions considérables.

Les affinités de *Pelagothuria* sont assez difficiles à préciser : par sa forme pivotante, par la forme et la disposition de ses tentacules péribuccaux elle semble avoir des rapports avec les *Paractinopoda*, mais la présence des appendices digitiformes qui ont une taille considérable semble ne pas permettre une

telle assimilation. Cependant on constate dans la disposition des appendices une tendance manifeste à la disparition de ceux-ci dans la région inférieure du corps. Il ne serait pas surprenant qu'il existe, dans les abysses qui nous ont déjà fait connaître des formes si inattendues dans le groupe des *Actinopoda*, des *Paractinopoda* représentant des formes intermédiaires entre ces deux groupes, montrant l'adaptation de la vie libre à la vie sédentaire et présentant encore des pieds dans la région supérieure du corps, tandis que ceux de la région enfoncée le plus profondément dans le sol seraient en voie de disparition et c'est de semblables représentants que serait issue *Pelagothuria*.

On conçoit d'ailleurs que les espèces sédentaires des grandes profondeurs aient échappé jusqu'ici aux explorations abyssales, car les engins traînés simplement sur le sol ne peuvent convenir à leur capture.

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
N° 61. — 10 Février 1906

# Cours d'Océanographie

## Fondé à Paris par S. A. S. le PRINCE DE MONACO

*(Deuxième Année)*

**Conférence du 16 Décembre 1905**

## *Phénomènes d'Interférences. — Seiches.*

par A. BERGET

MESDAMES, MESSIEURS,

Dans ma dernière conférence, j'ai commencé à vous entretenir des mouvements généraux de la mer; je vous ai donné les lois générales qui régissent la houle et les vagues; je vous ai montré que ces lois qui sont simples, ont comme caractéristique l'isochronisme, c'est-à-dire que le même phénomène se reproduit dans le même temps : les oscillations de la houle et des vagues sont isochrones. Je vous ai montré aussi que dans certains cas, le régime des houles et des vagues peut être modifié par des circonstances locales, soit par la forme de la côte sur aquelle la houle vient frapper, soit par des différences de profondeur dans l'océan sur lequel elle se propage, soit enfin par la forme géométrique du fond, c'est-à-dire son plus ou moins grand degré d'inclinaison.

Je vous ai dit que la hauteur des vagues, qui est liée d'une

façon régulière à leur longueur d'onde, peut dans certains cas être renforcée par un phénomène qui s'appelle les interférences et qui, dans le cas particulier de son application à la mer, constitue un des gros dangers de la navigation. Aujourd'hui je reviendrai un peu sur ce phénomène afin de vous montrer sa grande importance.

Le mot *interférence* signifie *conflit;* c'est une expression empruntée au langage usuel anglais. Quand un anglais prie un autre de le laisser tranquille, il dit : n'interférez pas avec moi, ce qui signifie : n'entrez pas en conflit direct avec moi. Le mot fait donc image.

Dans l'interférence, deux systèmes de vagues entrent en conflit. Comment est-ce possible? Imaginons d'abord que nous ayons un océan à limites indéfinies, dont les rives soient assez lointaines pour que la vague s'y propage librement, c'est-à-dire qu'elle ait une longueur d'onde qui occupe tout l'horizon et que la vague se propage perpendiculairement à cette longueur, la vague marchant de front. Dans ces conditions, si on trace une ligne droite perpendiculaire à toutes les vagues, le système des ondulations se propage suivant cette ligne. Supposez qu'à l'extrémité de sa course, le système rencontre une côte, une falaise; le mouvement ondulatoire va s'y réfléchir, revenir sur lui-même suivant les lois de la réflexion de la lumière, suivant la loi qui fait que la bille d'un billard se réfléchit sur sa bande. La direction du mouvement réfléchi fera avec la falaise, après réflexion, le même angle que faisait avant d'y arriver, le mouvement ondulatoire incident. Par conséquent, après la réflexion, nous aurons un second système de vagues qui se propagera comme la bille d'un billard ayant touché sa bande, en sens inverse du système qui continue à arriver. Il y a donc un système de vagues allant du large à la côte, c'est le système *incident*, et un système *réfléchi* revenant de la côte vers le large. Ces deux systèmes affecteront les molécules liquides qui vibrent sur place.

Deux cas peuvent se présenter : d'abord une molécule sera sollicitée par deux vitesses de même sens; alors l'amplitude du mouvement vibrant de la molécule sera doublée et l'intensité du phénomène sera également doublée. Mais il peut se faire aussi

que la molécule d'eau soit sollicitée, du fait des deux mouvements, par deux vitesses égales et de sens contraires; ces deux mouvements opposés produiront l'immobilité de la molécule.

Pour faire comprendre ce principe de la réflexion des ondes, je vais me servir d'une comparaison très familière. Imaginez une station de fiacres dont chaque voiture représente une molécule; le dernier fiacre est adossé à un mur; le fiacre d'avant a l'espace libre devant lui. Imaginez que celui-ci recule; tous les autres sont obligés de reculer; le dernier vient frapper le mur, puis, sentant derrière lui de la résistance, s'élance en avant; c'est le fiacre réfléchi; il pousse ainsi celui qui le précède et ainsi de suite. Mais, comme le premier fiacre a continué à reculer, il y en a un, au milieu, qui ne bouge pas et il vous représente la molécule immobile quoiqu'animée de deux mouvements. Si les deux mouvements initiaux continuent, un des fiacres peut être poussé par un double mouvement de réflexion et avoir une vibration deux fois plus grande. Il en est de même pour les mouvements de la mer. Il y aura sous l'influence de la réflexion, des cas particuliers où l'intensité de la vague sera renforcée et la mer sera plus grosse. Cela n'est pas négligeable au point de vue de la navigation.

La première conséquence est que la mer est plus grosse sur les côtes quand il y a tempête au large; la seconde est que, dans les golfes, la mer sera toujours beaucoup plus grosse qu'au large d'une côte rectiligne. Considérez, par exemple, la configuration du golfe de Gascogne entre la Gironde et l'Espagne, la plupart des vents dominants sont des vents d'ouest qui oscillent entre la direction « suroit » et la direction « noroit »; supposons un vent de noroit dans le golfe de Gascogne : il donne naissance à un régime d'ondes dont les vagues avanceront dans le sens de la bissectrice du golfe. Ces vagues donneront naissance à deux mouvements réfléchis; elles se réfléchiront respectivement sur la côte d'Espagne et sur celle de France. Nous aurons un système d'ondes provenant de la réflexion sur la côte française et un autre système d'ondes provenant de la réflexion sur la côte espagnole. Ces deux systèmes arriveront à l'opposé l'un de l'autre; en même temps le sytème d'ondes

initial de l'Atlantique poussé par le vent d'ouest, continuant toujours à arriver, nous avons trois systèmes d'ondes et il peut se produire dans certains cas non plus une duplication mais une triplication de l'amplitude vibratoire des molécules liquides. Voilà pourquoi le golfe de Gascogne a une mauvaise mer à l'embouchure de l'Adour et pourquoi l'entrée du port Bayonne est si difficile.

Un phénomène identique se produit très fréquemment avec moins d'intensité et sur un espace moindre à l'embouchure de la Loire. Lorsqu'il y a marée d'équinoxe, le courant de marée va du Croisic à Saint-Nazaire en sens contraire du courant de la Loire ; lorsqu'en même temps le vent de suroit souffle, il se produit un troisième régime de vagues ; il y a donc là un système de trois ondes différentes sans parler des ondes réfléchies sur les côtes. La mer prend alors un aspect particulier. Ce ne sont plus les ondes régulières qui, dans les régions des tropiques, s'étendent comme les vastes sillons d'un champ gigantesque jusqu'aux limites de l'horizon, ce sont des vagues courtes, hachées, provenant de la superposition de trois systèmes d'ondes. C'est ce qu'on appelle une mer *clapoteuse* ; les marins disent qu'il y a du *clapotis*. J'en appelle à ceux qui ont pratiqué la mer même en canot, dans une baie à clapotis ; c'est très désagréable ; on a ses vêtements absolument couverts d'eau.

Quand on navigue dans un régime de vagues régulières, les marins qui ont l'habitude du phénomène, savent « gouverner à la lame », c'est-à-dire présenter l'avant de l'embarcation de façon que la vague embarque le moins possible. Mais quand on est dans une mer clapoteuse, il arrive des vagues de tous les côtés et on gouverne très difficilement. Lorsque la mer clapoteuse devient tout à fait mauvaise, elle peut occasionner de véritables catastrophes. C'est le cas des cyclones dont je vous ai parlé dans ma dernière conférence.

Un cyclone est une tempête tournante qui se produit heureusement à des dates presque fixes que l'on est à peu près arrivé à prévoir. Il est caractérisé par ce fait qu'autour d'un certain point, il y a des systèmes de vents qui tournent dans toutes les directions ; si le cyclone a lieu dans les régions torrides

de l'hémisphère nord, le vent tourne en sens inverse de la montre ; il se dirige de l'extérieur vers un point qui s'appelle le centre du cyclone ; le point central est le centre d'attraction des molécules de l'air. Chacune des directions du vent qui sont en nombre infini, donne naissance à un système d'ondes différent. Jugez quelle doit être au centre du météore, la complexité du phénomène des interférences. Ce ne sont plus trois, quatre, cinq systèmes d'ondes qui interfèrent, mais cent, mille, cent mille. Au centre du cyclone, chose extraordinaire — ou plutôt normale, car la théorie le prévoit — il n'y a pas de vent ; il y a un calme relatif de l'air précisément là où il a le plus d'agitation de la mer par suite de la résultante de tous les mouvements composants élémentaires ; il y a un clapotis gigantesque dont les éléments atteignent la hauteur de 20 à 30 mètres et, comme ils se succèdent de façon discontinue, hachée, la mer est *démontée* et il n'y a plus moyen pour un navire de gouverner de façon à se sauver.

Voici une figure schématique qui vous fera voir ce qu'est la mer au centre d'un cyclone. Nous avons ici le profil des vagues sur lesquelles j'ai représenté à l'échelle exacte un cuirassé d'escadre. Certaines vagues ont environ 28 mètres de hauteur de crête à creux. Un navire d'une masse énorme peut se sauver ; mais il subit des assauts terribles ; un petit navire, comme le contre-torpilleur que j'ai dessiné, se trouve là en très mauvaise posture.

Les phénomènes d'interférence ne se bornent pas à produire le clapotis et la mer démontée, ils produisent des apparences bien curieuses au bord de la mer. Vous avez certainement remarqué, si vous avez passé quelques heures sur une plage par temps calme, que la mer arrive toujours en déferlant même quand elle est calme au large. On voit une petite lame brisante, un bourrelet liquide d'abord en surplomb qui a l'apparence du verre et dont la crête finit par s'écrouler et retombe en bulles d'écume jusque sur les galets. Ces vagues se suivent ; mais, comme les jours, elles ne se ressemblent pas. On remarque que certaines sont plus fortes que les autres et, avec un peu d'attention, on s'aperçoit que ce sont toujours celles qui occupent le

même numéro qui sont les plus fortes. Suivant la forme de la côte, suivant le vent qui a poussé les vagues, tantôt c'est la troisième, tantôt c'est la quatrième. Si, par exemple, c'est la cinquième, c'est toujours la cinquième qui sera la plus forte. C'est encore là un phénomène d'interférence. Si les vagues se propageaient librement, il n'y aurait aucune raison pour que les unes fussent plus fortes que les autres. Mais la côte provoque un mouvement de réflexion qui se communique aux molécules suivantes suivant la loi complexe des mouvements réfléchis. Ces vagues heurtent une plage qui est en pente; la loi de la réflexion dépend de l'inclinaison de cette pente et de la variation de la profondeur; l'interférence agit, pour produire le renforcement d'intensité soit sur la quatrième, soit sur la cinquième vague. Cette loi règle le phénomène toujours de la même façon, indéfiniment, tant que l'état de la mer restera la même.

Ce phénomène se remarque très bien sur certains fleuves où se produit ce qu'on appelle la *barre*. Au Sénégal, par exemple, et dans certains cours d'eau de l'Amérique du Sud, la barre est en permanence. C'est une sorte de rouleau liquide, une vague venant du large et qui lutte contre le courant du fleuve pour en forcer l'entrée; c'est encore un phénomène d'interférence qui se produit même quand la mer est calme au large. La raison est la même : suivant l'inclinaison du fond, la réflexion produit une interférence; pour certaines autres elle les redouble.

Voici la barre de la Delaware, la plage, une première vague qui y arrive et l'estuaire du fleuve; une énorme vague passe par dessus de l'estacade et coupe tout l'horizon. Le phénomène est pour ainsi dire constant; la vague s'écroule et déferle et elle s'arrête toujours là en vertu des constantes géométriques de l'endroit qui font naître une duplication d'amplitudes vibratoires qui est encore un phénomène d'interférence.

Lorsque, par des causes diverses, l'amplitude des vagues les élève à un niveau qui peut devenir dangereux pour la navigation, il est naturel qu'on se demande si l'homme a trouvé le moyen de parer à ce danger. Il y a deux moyens.

Le premier consiste, comme disent les marins, *à filer de l'huile*; le second, quand on n'a pas d'huile, consiste à faire une manœuvre qu'on appelle *mettre à la cape*.

Voici sur quelle jolie considération théorique est basée cette application de la physique à la navigation.

C'est un fait connu de toute antiquité que lorsqu'on répand des matières grasses à la surface de la mer par mauvais temps, on calme immédiatement la violence des flots. Lorsqu'une vague arrive sur un navire, menaçant par son sommet élevé de s'écrouler sur lui, de faire un *coup de mer*, on transforme cette vague non pas en une nappe horizontale, mais en une vague de houle qui ne déferle pas si la surface liquide est recouverte d'une couche d'huile. Les marins le savent depuis longtemps et l'explication qu'ils en donnent, basée sur le bon sens, est la suivante : les vagues sont produites par la prise qu'a le courant d'air, qui constitue le vent, sur les molécules liquides ; c'est grâce au frottement du vent sur ces molécules qu'elles sont entraînées, soulevées en montagnes, et ces montagnes sont propulsées par le vent comme le sont les voiles d'un gigantesque navire. Mais si nous diminuons artificiellement le frottement de l'air sur l'eau, si nous lubrifions le mécanisme, si nous interposons un corps gras entre l'air et l'eau, l'air a moins de prise sur la couche liquide et nous aurons un mouvement de vibration adouci.

Cette théorie qui a pour elle le bon sens est en partie vraie ; mais pour la compléter, il faut faire appel à un autre phénomène que les physiciens appellent la capillarité. La surface d'un liquide quelconque se comporte toujours comme une membrane tendue. Suivant que le liquide est plus ou moins visqueux, cette membrane sera plus ou moins élastique. Lorsqu'on souffle dans un liquide quel qu'il soit, même dans de l'éther pourtant si mobile, on voit des portions d'air s'envelopper chacune d'une sorte de coupole ; c'est une *bulle*. Si c'est de l'eau de savon, liquide visqueux, la bulle est assez consistante pour se détacher et s'élever en petits ballons sphériques. S'il s'agit d'un liquide très mobile comme l'éther, ces bulles ont une existence beaucoup plus éphémère, mais elles existent ; une partie de la surface liquide s'est détachée comme se détacherait une membrane de caoutchouc qui fermerait le dessus d'un vase.

Si l'on ferme un récipient, un pot à confiture, par exemple, au moyen d'une membrane élastique, si l'on place au-dessous un tube de verre cylindrique et qu'on soulève ce tube, voici la forme que prendra la membrane (fig. 1).

C'est exactement la forme que prend la surface d'un liquide quand on introduit un tube fin de verre dans le vase qui le contient (fig. 2).

C'est là un phénomène bien connu sous le nom de capillarité : la surface terminale est la même que celle d'une membrane qui fermerait hermétiquement les deux récipients.

D'autres expériences peuvent se faire ; elles confirment cette démonstration. La surface d'un liquide se comporte comme

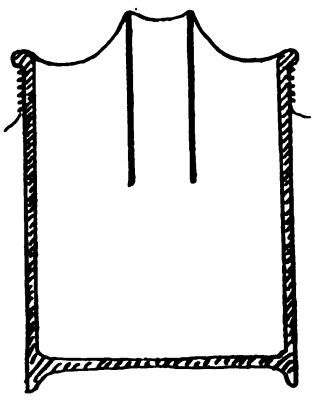


FIGURE 1.

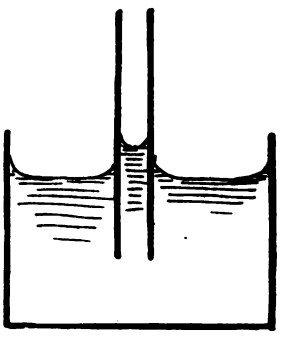


FIGURE 2.

une membrane et possède ce qu'on appelle une *tension superficielle* qui a une valeur différente suivant la nature du liquide. Elle est plus grande pour les liquides visqueux que pour l'eau ; pour les mélasses, par exemple, elle l'est tellement que ces liquides ne s'inclinent pas immédiatement lorsqu'on incline le vase qui les contient.

Si nous considérons une couche infiniment mince d'un liquide, cette couche a deux surfaces; elle est comprise entre deux plans séparés par un intervalle très petit. L'élasticité de la surface terminale est doublée; il y a une élasticité en dessus et une autre en dessous.

Si nous répandons de l'huile en mince couche à la surface de la mer, les choses se passent comme si nous tendions sur cette surface une feuille de caoutchouc; la tension superficielle s'exercera sur les vagues, elle ne les déprimera pas immédiatement; mais elle fera obstacle à leur libre surélévation sous l'influence des mouvements ondulatoires et nous aurons une atténuation à leur mouvement vertical. Cela est vérifié par l'expérience et, ce qu'il y a d'extraordinaire, c'est la petitesse du rapport entre la cause et l'effet.

Lorsqu'un navire est à la cape ou reçoit la mer vent debout, *avec un litre d'huile*, intelligemment dépensé, *on peut arriver à tenir la cape pendant plus d'une heure*. Ceci prouve bien que nous sommes en présence de phénomènes capillaires, c'est-à-dire qui intéressent directement les dimensions moléculaires. On se figure au premier abord qu'il faut des tonneaux d'huile pour se tirer d'affaire pendant quelques minutes; il n'en est rien. Les instructions nautiques indiquent même un mode opératoire pour le filage de l'huile à la mer, mode qui est recommandé aux capitaines. On prend un gros sac de toile à voile d'une contenance de 10 litres; on y met 8 litres d'étoupes et 2 litres d'huile; on le ficelle et on l'attache par un nœud comme les marins savent en faire et on y perce des trous avec une grosse aiguille à coudre les voiles. On accroche un sac ainsi préparé, de chaque bord, à l'avant du navire. Cela suffit pour tenir la mer pendant deux heures.

Ainsi les chapitres de la Physique qui semblent le moins susceptibles d'application, en ont qui surprennent par la grandeur et l'importance des résultats obtenus.

L'efficacité du second moyen est une démonstration bien plus remarquable encore de la vérité de cette assertion. Lorsqu'un marin n'a pas d'huile à bord, il peut se tirer d'affaire en *mettant à la cape*. Quand un navire subit une tempête et que la mer est trop forte pour qu'il puisse essayer de lutter directement contre elle, voici la position qu'il prend (fig. 3) :

Le navire fait un angle de 45 degrés de façon à recevoir les vagues par l'avant; il met aussi peu de toile que possible de manière à avancer très peu par l'avant, mais presque entièrement

de côté, c'est-à-dire en dérive. Lorsqu'on promène une planche perpendiculairement à l'eau d'un bassin, cette planche fait derrière elle une sorte de vide dans lequel l'eau se précipite en remous écumant. Cette écume est formée de bulles d'air emprisonnées dans des parois sphériques d'eau. Cela est un cas du phénomène de la capillarité. C'est ce qui se produit lorsqu'on met un navire à la cape. Il y a un remous d'eau qui va au vent de ce navire presque en dérive; l'eau qui est sous le vent viendra, en tourbillonnant, combler le vide causé par la dérive entre le navire et le vent. La vague y arrive, se trouve en présence

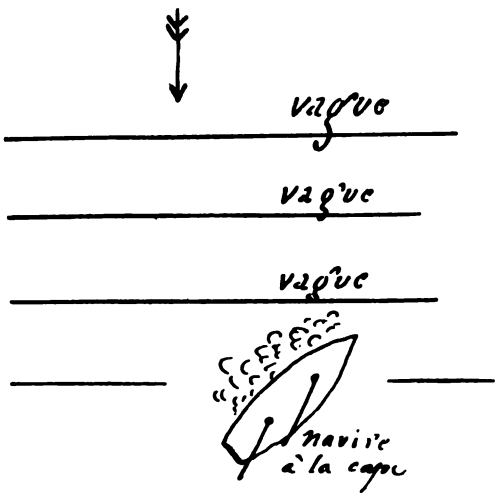



FIGURE 3.

d'une quantité de petites bulles dont chacune exerce sur l'eau une tension superficielle égale à la tension superficielle de la projection d'une sphère; c'est donc comme si l'eau était recouverte d'une petite couche visqueuse. L'expérience montre que, le bâtiment à la cape dérivant par le travers avec un remous suffisant, la mer ne brise plus en arrivant sur le navire.

Il y a des circonstances où l'on ne peut pas mettre à la cape, par exemple si les voiles sont emportées et la mâture brisée; il existe cependant encore un moyen de créer un remous pour protéger le navire. Quand on n'a plus de voiles, que la machine

ne marche plus, qu'on est démonté du gouvernail, on prend des débris de mâture et on les accroche à un câble de façon qu'ils se trouvent au vent du navire. Les vagues viennent s'y briser et font un remous de bulles d'air et d'écume en sorte que la vague en arrivant ne déferle plus.

L'étude de la mer est aujourd'hui très avancée et les marins ont plus d'un moyen à leur service pour éviter les accidents; aussi la navigation est-elle beaucoup plus sûre qu'autrefois. Ce moyen du filage de l'huile, si élémentaire, il a fallu des dizaines d'années pour le faire entrer dans la pratique des marins, surtout des marins bretons. Ils se transmettent de père en fils un vieux dicton qui veut que lorsqu'on file de l'huile, la mer est plus mauvaise après. Il n'y a aucune raison pour que cela se produise ; mais ce qui est enraciné dans la tête des marins, l'est bien ; ce n'est que par l'expérience qu'on peut leur démontrer l'efficacité de ce procédé si simple et si économique.

*
* *

Nous arrivons maintenant à l'étude d'un phénomène d'un ordre complètement différent. Nous avons étudié les mouvements vibratoires qui se propagent directement à travers la mer et ce qui se produit lorsqu'ils se réfléchissent sur une côte. Un autre phénomène corespondant aussi à des vibrations régulières de la surface de l'eau, dont la période atteint 60 et même 100 minutes, va nous servir de transition entre l'étude des vagues et celle des marées. Mais auparavant je vous entretiendrai d'un dernier système de vagues. Ce sont les *vagues de translation sismique*. Les vagues étudiées jusqu'à présent sont des vagues de « régime », c'est-à-dire qu'elles se suivent en très grand nombre et constituent un réseau à la surface de la mer ; mais il arrive que, la surface de la mer étant parfaitement calme, une vague unique s'y propage parce qu'elle est causée par une perturbation unique, par exemple, par un tremblement de terre produit au fond de la mer. C'est ce qu'on appelle une onde de translation. Ce phénomène est l'un des plus redoutables que l'homme ait à craindre. Car lorsqu'une

vague de translation causée par un tremblement de terre ayant affecté le fond de la mer, arrive sur une côte, elle y produit le phénomène terrible qu'on appelle un raz de marée.

La propagation des ondes isolées est tout à fait différente de la propagation des ondes faisant partie d'un système multiple. Si, dans une cuve de verre, on aspire l'air au milieu, on peut produire dans l'eau de la cuve deux sortes de perturbation en déprimant la surface ou en la soulevant. Quand on aspire, c'est comme si on soulevait le fond, c'est une perturbation par ascension. Lorsque le fond est brusquement soulevé, à un endroit déterminé, une onde prend naissance sur la surface libre de la cuve ; le milieu se soulève ; de chaque côté de l'extumescence ainsi créée se produit une excavation qui se propage la première et l'extumescence initiale n'arrive sur les bords de la cuve que plus tard.

Si, au contraire, on a déprimé la surface du liquide, cette dépression donne naissance à un bourrelet liquide qui se propage jusqu'à la paroi. Lorsque, par un phénomène sismique, il se produit un soulèvement du fond, à l'endroit qui a reçu ce formidable « coup de piston », la mer se soulève : ce sera donc une excavation qui arrivera tout d'abord, à la côte la plus voisine en y produisant un *raz de marée*. Comme ces phénomènes sont d'origine volcanique, ils peuvent causer de véritables catastrophes ; on a cité des vagues sismiques ayant 27 mètres de haut. Sur la côte la mer se retire et il se produit un énorme creux. C'est ce qui est arrivé lors du tremblement de terre de Lisbonne en 1755. La mer s'est retirée pendant plusieurs heures. Au moment où la vague revient à la côte, elle se précipite avec une grande violence envahissant les terres et lorsqu'elle surprend au large des navires elles les entraine souvent à des kilomètres dans l'intérieur des terres. Le tremblement de terre de Lisbonne, combiné avec le raz de marée a fait environ 30,000 victimes.

Si ces *raz de marée* sont redoutables pour les côtes élevées comme celles du Portugal, ils le sont bien davantage pour les terres basses comme les archipels de Polynésie qui sont des récifs de coraux dont la surface est très peu élevée au-dessus de

l'eau. Lorsqu'un raz de marée arrive sur une de ces îles, tout est détruit, c'est un désastre complet.

Ces vagues de translation ont une vitesse de propagation énorme qui peut atteindte 350 à 400 milles marins à l'heure, c'est-à-dire 750 à 800 kilomètres. Ainsi la vague sous-marine produite par l'éruption du Krakatoa, il y a une vingtaine d'années, a été ressentie *deux jours après* au marégraphe de Rochefort. Vous voyez avec quelle rapidité l'onde solitaire provenant de la convulsion sous-marine s'était transmise à travers les océans. Plusieurs fois à la suite de phénomènes sismiques qui ont eu lieu dans les volcans du Japon et du Pérou, se sont produits des raz de marée; presque toujours le Pacifique entier a été parcouru dans toute sa largeur en douze heures. Nos paquebots sont loin de réaliser cette vitesse de 350 nœuds à l'heure; ces vitesses sont encore dans les rêves des ingénieurs de la marine.

Cette vitesse a été étudiée avec le plus grand soin à l'aide d'expériences analogues à celles dont je vous ai donné le schéma. On a donné de ces pénomènes une loi absolument empirique qui traduit le phénomène et ne s'appuyant sur aucune hypothèse. Voici cette loi très simple. La vitesse de l'onde V est égale à la racine carrée du produit de la profondeur de la mer par l'intensité de la pesanteur,

$$V = \sqrt{Pg}$$

Si donc on connaît exactement l'endroit où s'est produite la perturbation ayant donné naissance à une onde d'origine sismique, (qu'il ne faut pas confondre avec les ondes sismiques terrestres), si l'on connaît la date de l'arrivée sur une côte — on la connaît par les instruments enregistreurs — on a l'espace parcouru, le temps employé à le parcourir et par conséquent, on connaît la vitesse avec laquelle l'espace a été parcouru; comme l'intensité de la pesanteur g est connue également, *on peut en déduire la profondeur moyenne de l'océan parcouru.* Avant qu'on eût fait les beaux sondages du Pacifique et ceux de l'Atlantique moyen qui ont été réalisés par le Prince de Monaco,

on a pu calculer ainsi la profondeur moyenne de ces océans et il est curieux de constater la concordance très approchée des résultats donnés par la formule et par les opérations de sondage. Cela vous montre que les études de laboratoire, même sur des océans minuscules, peuvent donner des indications précises de ce qui se passe dans les véritables océans.

J'arrive maintenant à la question des vibrations à la surface des lacs fermés. Nous allons quitter pour un moment l'eau salée et entrer en eaux douces, quitter l'océan pour le lac de Genève pour aborder le phénomène connu sous le nom de seiches, et qui a été étudié là par M. Forel, savant de Lausanne. Cette loi a été étendue à toutes les mers fermées, en particulier à la Méditerranée, à la mer Ionienne et à l'Archipel.

Tous ceux qui sont allés en Suisse savent qu'il ne se passe de journée où l'on n'observe une *seiche*. On voit l'eau du lac qui, à un moment donné, se soulève puis s'abaisse dans un intervalle qui peut varier entre 30 et 70 secondes et cela recommence indéfiniment. Des seiches se produisent dans la longueur du lac allongé en forme de croissant, entre Genève et Villeneuve à l'embouchure du Rhône; d'autres sont transversales entre Evian et Lausanne. Celles-ci sont moins fortes parce que la distance est moindre.

Le phénomène des seiches a longtemps troublé les savants. Ces oscillations qui quelquefois se produisent à des intervalles réguliers, ressemblent tellement aux oscillations de la marée, qu'on a été tenté d'attribuer leur explication à la même cause. On sait maintenant que la loi de périodicité des seiches est complexe et ne suit pas la périodicité des passages méridiens de la lune et du soleil. Il n'y a aucun accord de synchronisme entre les périodes astronomiques et celles des seiches. Il a donc fallu chercher autre chose; les savants de Suisse l'ont trouvé.

Les seiches sont causées par des variations de la pression atmosphérique. Je vous ai apporté ici un petit lac de Genève : c'est une cuve rectangulaire dans laquelle je vais faire une seiche. J'élève l'eau sur une rive du lac, je laisse retomber le récipient; c'est là tout le phénomène de la seiche. C'est une vibration alternative du niveau du lac qui s'élève d'un côté

pendant qu'il s'abaisse de l'autre, le niveau au milieu restant le même.

La cause qui détermine les seiches est un accroissement brusque de la pression atmosphérique sur une des extrémités du lac. Les seiches transversales sont beaucoup plus rapides que les seiches longitudinales; d'où une première loi : la période des seiches est fonction directe des dimensions du lac dans lequel elle se produit.

L'étude des seiches a été longue et laborieuse. Pour constater le phénomène avec précision, M. Forel a installé à Genève un appareil aussi simple qu'ingénieux destiné à indiquer le temps exact que dure l'ascension du lac. C'est une jolie application du siphon. Sur les cailloux du fond on installe un petit baquet dans lequel on met une des branches d'un siphon de verre dont la partie supérieure, assez longue, est horizontale. L'autre branche du siphon plonge librement dans les eaux du lac. On ouvre un robinet destiné à mettre en communication, au début de l'expérience, l'eau du lac et celle du baquet. En vertu de la loi des vases communicants, le liquide s'établit au même niveau; on ferme alors le robinet et l'eau du baquet se trouve isolée. On a eu soin d'amorcer le siphon qui a la propriété bien connue de transvaser les liquides d'un récipient plus élevé dans un récipient moins élevé en passant par dessus un obstacle. Si, entre ces deux récipients, il se produit une différence de niveau, le siphon va fonctionner et faire passer l'eau tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, selon que le niveau du lac est plus élevé ou moins élevé que celui du baquet. Pour constater le mouvement de l'eau dans le siphon, on y avait mis une boule en cire avec quelques morceaux de verre implantés pour lui donner la densité de l'eau. Suivant que le siphon se remplit de droite à gauche ou de gauche à droite, on voit la petite boule se mouvoir dans un sens ou dans l'autre. Ceci indiquait le phénomène de la seiche non seulement au point de vue de son intensité mais encore de son existence même. Car de petites variations du niveau du lac ne sont pas facilement visibles à l'œil nu. Avec cet appareil la plus petite variation se traduit par un mouvement de la boule en cire.

C'est ainsi que l'on a trouvé que suivant que la seiche était

transversale ou longitudinale, elle durait de 30 à 40 minutes et de 70 à 80 minutes. On a ensuite trouvé une loi presque aussi simple que la loi de propagation des ondes solitaires dans l'océan. C'est la suivante : Si on appelle T la durée d'ondulation d'une seiche, cette durée est égale à une fraction dont le numérateur est L, c'est-à-dire la longueur du vase, et le dénominateur $\sqrt{P}$, profondeur, multiplié par $\sqrt{g}$, intensité de la pesanteur au lieu de l'expérience.

$$T = \frac{L}{\sqrt{Pg}}$$

Lorsque ces lois ont été établies, on a cherché si, sur les mers fermées comme la Méditerranée et les mers plus étroites comme l'Adriatique, il ne se produit pas également des seiches. Elles se produisent forcément mais pas avec la même simplicité que sur le lac de Genève; quoi qu'elle soit fermée, une mer comme la Méditerranée, est assez étendue pour que de petites marées lunaires s'y fassent sentir. Les deux phénomènes se superposent. Il y a marée astronomique avec périodicité semi-diurne et seiche produite par des causes locales telles que la variation de la pression atmosphérique. Il se produit alors deux systèmes d'ondes et par conséquent, dans certains cas, interférence des marées et des seiches. Dans d'autres cas, au contraire, le phénomène de la seiche renforce une marée astronomique. Cela se produit d'une façon très nette entre la Grèce et l'île d'Eubée où se trouve le détroit célèbre de l'Euripe qui a plus de 150 kilomètres de long et qui est très étroit, à tel point que sur un point, entre Eubée et la ville de Chalcis, on a pu jeter un pont. Sous ce pont sont établis des moulins qui tournent tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre. Cela était fait pour troubler légèrement l'esprit d'observateurs encore peu avisés. Le phénomène des seiches donne l'explication de ce fait bizarre. En appliquant la formule que je vous ai indiquée au détroit de l'Euripe, on a trouvé qu'il devait y avoir quatorze apparitions de seiches et en effet on observe en temps ordinaire douze à quatorze apparitions de seiches sous le pont de Chalcis. Ainsi

la théorie se trouve vérifiée d'une façon tout à fait inattendue : les marins d'eau douce avaient précédé les marins d'eau salée.

Mais il y a mieux. A l'époque des syzygies, au moment où la Terre, la Lune et le Soleil ont leurs centres en ligne droite, les actions attractives de la Lune et du Soleil sur la mer agissent dans le même sens, ajoutant leurs valeurs, et les marées de syzygie sont plus fortes; les marins les appellent les marées de vive-eau. A ces époques, le régime des seiches de l'Euripe est troublé; il n'y a plus que quatre seiches par jour. En vertu de la forme du fond, les marées de syzygie se combinant avec les marées de seiche, il y a interférence; il se produit quatre interférences dans la journée et le phénomène de la seiche se produit alors ces quatre fois.

Aux marées de morte-eau, quand le Soleil et la Lune occupent les deux côtés d'un angle droit dont le sommet est la Terre, les marées sont trop faibles pour être senties en Méditerranée, il n'y a plus que les seiches qui subsistent.

Le phénomène des seiches est donc caractérisé par l'ascension régulière d'une masse d'eau à longue période, beaucoup plus longue que celle des vagues sur une mer fermée, ce n'est plus le phénomène de la vague ordinaire, c'est un phénomène vibratoire qui s'étend sur une surface déjà grande. Ce phénomène a été observé avec le plus grand soin sur toutes les mers où on a pu l'étudier à l'aide d'un instrument par la description duquel je terminerai cette conférence, le *marégraphe*.

Cet instrument, comme tous ceux destinés à observer le niveau de l'océan, est basé sur le principe des vases communicants. Supposons une étendue d'eau dont on cherche à étudier le niveau. On perce sur la rive un puits qu'on met en communication avec l'eau; on y place un petit flotteur portant une tige muni d'une aiguille qui se meut sur une échelle; le déplacement sur cette échelle indiquera le niveau de l'eau. On a constaté que cet instrument indiquait non seulement la hauteur moyenne de l'eau, mais encore le passage des vagues qui agitaient le flotteur. Comme les mouvements des marées, dont la période est d'une demi journée ne peuvent pas être confondus avec les mouvements des vagues, on a pu amortir ce dernier et n'enre-

gistrer que le mouvement des marées. Pour cela, on a pris un tube capillaire pour mettre en communication la mer avec le puits intérieur; le frottement du liquide contre les parois du tube capillaire ne permet pas qu'un mouvement rapide comme celui d'une vague soit enregistré; mais un mouvement lent comme l'ascension de la mer s'y traduit et le style sera élevé.

Autrefois on observait d'heure en heure les mouvements du marégraphe; aujourd'hui on munit l'extrémité de la tige d'une plume chargée d'une goutte d'encre et, à l'aide d'un mouvement d'horlogerie, l'appareil inscrit lui-même l'indication de la hauteur.

Il y a des marégraphes dans tous les ports. Le marégraphe de Marseille donne le zéro officiel du niveau de la mer qui sert pour les nivellements de nos cartes d'Etat-major. A l'aide de cet instrument, on observe sur les mers et sur les lacs les moindres variations de niveau; perfectionné par l'ingénieur des mines Lallemand, il a servi à élucider la loi des seiches et la loi beaucoup plus compliquée et grandiose des marées.

Je pense pouvoir vous montrer à la prochaine séance un appareil, imaginé par lord Kelvin, et qui permet de prédire mathématiquement un an à l'avance les marées et d'en dresser un tableau. Vous verrez combien élégantes et précises sont les solutions qu'a indiquées l'illustre physicien. *(Applaudissements).*

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
N° 62. — 12 Février 1906.

# Sur l'influence de la circulation verticale des eaux sur la production du Plankton marin *.

Par A. NATHANSOHN à Leipzig

Depuis que Hensen a introduit, par ses recherches bien connues de tout le monde, la méthode quantitative dans la biologie marine, les progrès de cette science firent reconnaître que la quantité du plankton qui se trouve dans une certaine partie de la mer n'est pas due à des causes fortuites. Au contraire, elle est sujette à certaines lois, par suite desquelles elle varie selon le lieu et la saison. Ainsi la question se posait de savoir quelles étaient les causes qui influent sur la productivité d'une région de la mer; M. Brandt (1) a abordé le premier ces problèmes, et dans deux mémoires pleins de nouvelles idées il essaya surtout d'expliquer le fait paradoxal, qu'en général les mers de basses latitudes sont moins riches que celles des régions plus rapprochées des pôles; on s'attendrait, au contraire, à ce que celles-là seraient plus fécondes à cause de la température plus élevée et la

(*) Traduction de l'article « Vertikale Wasserbewegung und quantitative Verteilung des Planktons in Meere » paru dans « Annalen der Hydrographie » 1906, n° 2. Dans cet article l'auteur ne cherche qu'à donner une esquisse des relations entre la circulation verticale et la production du plankton. Un travail plus détaillé traitant le même sujet cherchera à appuyer la théorie émise sur des données exactes.

(1) BRANDT. Ueber den Stoffwechsel in Meere. Wiss. Meeresuntersuchungen. N. F. IV. Abth. Kiel 1899, t. II; ibidem 1902, t. IV.

lumière plus intense, deux conditions qui favorisent le développement de la flore et par cela aussi de la faune. M. Brandt expliqua ce fait inattendu en admettant la destruction des nitrates de l'eau de la mer par le métabolisme des bactéries dénitrifiantes. Dans les mers chaudes ce métabolisme aurait lieu avec plus d'intensité que dans les mers froides, et ainsi celles-là seraient plus aptes à la production du plankton, contenant les matières alimentaires azotées en plus grande quantité.

Brandt chercha à appuyer cette théorie en prouvant l'existence des bactéries dénitrifiantes dans la mer; en vérité on a démontré qu'elles y sont très répandues. Mais il faut remarquer que quoique ces organismes aient la faculté de la dénitrification, ils n'exécutent la destruction des nitrates que sous certaines conditions favorables à ce processus. Mais ces conditions n'existent pas dans la mer loin des côtes, à cause des quantités minimes de nitrates qui s'y trouvent, ce qui certainement dérive de l'absence des bactéries nitrifiantes. Les recherches que Brandt lui-même a fait faire, démontrèrent que seulement une petite partie des échantillons d'eau et de limon de la « Kieler Föhrde » contenaient ces organismes. Mes propres recherches, très détaillées dans le golfe de Naples, m'en ont prouvé l'absence complète dans l'eau et dans la vase du fond; de même les tentatives de Gran (1), d'isoler ces bactéries dans les eaux de la côte norvégienne, ont été sans résultat, de sorte que l'on peut dire que les organismes nitrificateurs ne sont pas des habitants réguliers de la mer, et que si l'on les y trouve quelque part, dans le voisinage de la côte, ils ont été introduits de la terre.

Par cela même l'activité des bactéries dénitrifiantes doit subir une forte restriction : pour leur métabolisme elles ne peuvent se servir que de ces matières azotées, qui sont introduites dans la mer sous forme de nitrates, et ne sont pas immédiatement absorbées par les algues marines. Or ces plantes ont, comme je l'ai démontré moi-même (2), la faculté d'absorber et

(1) Gran. Havets bakterier og deres stofskifte. (Les bactéries de la mer et leur métabolisme). Extrait de « Naturen ». Bergen 1904.

(2) Nathansohn. Ueber Regulationserscheinungen im Stoffaustausch. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, 1902, t. 38, p. 279 suiv.

d'emmagasiner les nitrates qu'elles soumettent ensuite à la réduction, pour les transformer en combinaisons azotées organiques. Celles-ci sont, pour toujours, soustraites à la destruction par les bactéries dénitrifiantes, dont le rôle ne peut donc pas être très important dans la mer.

Brandt pense qu'il est absolument nécessaire d'admettre une destruction intensive des nitrates par les organismes dénitrificateurs, puisque des composés azotés sont constamment introduits dans l'océan, tant de l'atmosphère que des continents. Il doit donc exister dans la mer un processus qui engendre une perte d'azote, parce qu'autrement il y aurait une accumulation de ses composés. Mais il y a une autre cause de perte de N, que Schlœsing (1) a déjà fait remarquer il y a trente ans : c'est que l'ammoniaque passe de l'eau alcaline de l'océan dans l'atmosphère, d'où il disparaît, grâce à l'absorption par le sol des continents. Ce processus joue le plus grand rôle près des côtes où la concentration d'ammoniaque et plus élevée qu'en pleine mer, et c'est là aussi que l'absorption par le sol est beaucoup facilitée par le changement continuel des vents de terre et vents de mer. On peut bien se figurer que ce processus produise un équilibre entre l'augmentation et la diminution de la quantité des composés d'azote dans la mer, ainsi l'on ne serait pas forcé à admettre une destruction de nitrates par les bactéries.

En outre on ne doit pas oublier que si en général les mers froides sont plus riches en organismes que les mers chaudes, il n'y a pourtant pas de parallélisme absolu entre la température de l'eau et la productivité de la mer.

Envisageons par exemple les résultats des pêches quantitatives de l'expédition du *National :* nous remarquerons que dans l'Atlantique le minimum du plankton est situé dans la mer des Sargasses, mais qu'en approchant l'équateur nous rencontrons des quantités de plankton assez grandes quoique la température de l'eau surpasse 25° C. Les rapports du *Challenger* sur les zones tropicales du Pacifique constatent un fait analogue. En passant

(1) Schlœsing. C. R., t. 80, p. 175; t. 81, p. 81 et 1252; t. 82, p. 717 et 969.

des îles de l'Amirauté aux Carolines et de Hawaï à Tahiti, il a rencontré dans des régions à haute température superficielle des quantités de diatomées, telles que dans l'Atlantique tropical on n'en rencontre jamais à pareilles distances de la côte (1). Ces observations infirment tant la théorie de l'influence directe ou indirecte de la température sur la quantité du plankton, que l'idée de l'importance décisive des continents sur la production marine, puisque nous voyons que les diatomées peuvent se développer en grande quantité loin de la côte dans de l'eau à température élevée; ainsi nous nous trouvons vis-à-vis de la question de savoir si nos observations sur la distribution quantitative du plankton sont accessibles à une explication générale, ou s'il faut admettre en chaque cas des causes purement locales.

Or je crois qu'un point de vue de grande importance a jusqu'alors été négligé : c'est l'influence de la circulation verticale des eaux sur la nutrition du Phytoplankton.

De cette influence nous pouvons facilement nous rendre compte en nous figurant un grand bassin d'eau absolument isolé. Dans les couches superficielles accessibles à la lumière du jour se développera une végétation d'algues, et puis, se nourrissant de ces plantes, une faune d'animaux habitant la surface. Les cadavres de ce plankton superficiel, en tombant en bas, vont servir de nourriture aux animaux des couches intermédiaires et du fond. Mais en tombant ces cadavres transportent les matières alimentaires de la surface au fond, et un appauvrissement des couches superficielles en sera l'inévitable conséquence; il en résultera l'indigence de ces matières alimentaires, que l'eau ne contient qu'en faible concentration, telles que l'acide phosphorique et les matières azotées. En bas au contraire aura lieu une accumulation de matières nutritives, qui après la mort des animaux passent dans l'eau, mais ne sont transportées que très lentement par le processus de la diffusion vers les couches supérieures, d'où elles sont venues. On comprendra bien quelle influence doit avoir un courant de convection

(1) Report of *H. M. S. Challenger,* Narrative of the Cruise, vol. I. 2, p. 738 et p. 775.

verticale, qui transporte à la surface de l'eau du fond : aussitôt là où ce courant arrive à la surface, une riche végétation de phytoplankton va apparaître, puisque le courant y apporte ces matières nutritives, dont il manquait auparavant. Il est facile d'étudier l'effet d'un tel courant vertical dans la Méditerranée, qui avec ses circulations fort lentes s'approche quelque peu de l'exemple fictif que nous venons de traiter. Cette mer est en général extrêmement pauvre en plankton; il n'y a que certains lieux, dont la flore et la faune soient plus riches et justement il s'y agit de localités où les conditions hydrographiques produisent un mouvement vertical des courants : citons par exemple le détroit de Messine, où l'eau du fond, se mouvant de l'ouest à l'est, se heurte à une crête sous-marine, ce qui produit un mouvement ascendant, et surtout certaines places à la côte d'Alger, où des vents de terre produisent un courant s'éloignant de la côte, ce qui donne lieu à une compensation par aspiration de l'eau du fond (1).

Nous venons de voir que la pure réflexion nous démontre la grande importance que doivent avoir les courants à composante verticale pour la production du plankton marin; de même l'observation confirme la justesse de cette réflexion en nous démontrant l'effet local d'un tel mouvement; il reste à nous demander si nous pouvons expliquer de la même manière les phénomènes généraux de la distribution quantitative du plankton. C'est la question que nous allons traiter à présent; nous verrons en effet que les mers des hautes latitudes ont une circulation verticale plus intense que celles des zones tempérées, tandis que dans les régions équatoriales, où l'on observe un second maximum du plankton, nous rencontrons de nouveau des mouvements à composante verticale. Un phénomène auquel on pense d'abord c'est la circulation verticale produite par le refroidissement des couches superficielles. Nous pouvons nous en rendre compte en nous figurant de nouveau ce bassin isolé, dont il était question plus haut. En été la radiation du soleil va produire un réchauffement des couches supérieures, et la température diminuera

(1) Puff. Das kalte Auftriebwasser etc. Diss. Marburg 1890, p. 23 suiv. et p. 57.

graduellement de haut en bas. L'hiver suivant l'eau des couches superficielles va se refroidir et par conséquent devenir plus lourde; pour cela elle descendra jusqu'à ce qu'elle arrive à une couche de la même température et par conséquent du même poids spécifique. Plus fort sera le refroidissement, plus bas descendra l'eau avant de s'arrêter à une couche de la même densité; il ne faut pas oublier que le maximum du poids spécifique de l'eau de mer ne se trouve pas vers 4° C., mais près du point de congélation. On s'attendrait peut-être à pouvoir expliquer par cette différence d'intensité de la circulation verticale, la différence de la productivité des mers chaudes et froides; en effet c'est surtout dans les courants chauds qui arrivent dans de hautes latitudes, que la circulation hivernale s'étend à plusieurs centaines de mètres de profondeur. Mais en général ce phénomène est arrêté par des couches de fond à haute salinité ou à température très basse, ainsi en pleine mer les conditions hydrographiques ne permettent que fort rarement à cette circulation verticale de s'étendre jusqu'au fond. Nous rencontrons un de ces cas rares dans la partie de l'Atlantique située à l'est de la crête de Rejkjanaes, qui s'étend de la côte méridionale de l'Islande vers le sud est. Ici Knudsen a trouvé de l'eau d'une salinité tout à fait homogène dès la surface jusqu'au fond, et a démontré qu'en effet la circulation hivernale produit un mélange de la masse entière de l'eau (1); or c'est un fait très remarquable que cette mer, que l'on appelle la mer d'Irminger, est extrêmement riche en plankton, qu'elle est par exemple la région la plus riche que le « National » ait traversée à l'occasion de la « Plankton Expedition ».

Mais en général il faut attribuer un rôle plus important à ces phénomènes qui dans leur totalité constituent le grand système de la circulation verticale océanique (2). Nous en commencerons la discussion en considérant le processus de la formation des courants polaires, et spécialement des courants polaires antarctiques où nous rencontrons des conditions assez simples. Ici des

(1) Knudsen. Den Danske Ingolf-Expedition I 2; voyez Pettersson, Petermanns, Mitteilungen, t. 46 (1900), p. 64.

(2) Voir Krümmel, Oceanographie II (1887), p. 281 suiv.

icebergs, qui sont immergés à plusieurs centaines de mètres, rencontrent les courants chauds, et aussitôt leur flanc antérieur va commencer à se fondre. Ce processus de fusion donne une eau presque douce, qui montera en haut sous l'influence de l'eau salée plus lourde. En montant, elle se mêle aux eaux salées, et c'est ainsi que naît, comme la démontré Pettersson (1), un courant superficiel, qui est formé par un mouvement ascendant de l'eau. Un autre phénomène accompagne ce processus. Une partie de l'eau salée se refroidit, en fournissant la chaleur nécessaire à la fusion de la glace, et devenue ainsi plus lourde elle descend vers le fond. Une partie de cette eau y formera un courant se mouvant dans la même direction que l'eau superficielle; mais la pression de l'eau tombante se propageant selon les lois fondamentales de l'hydrodynamique en tous sens, une autre partie de cette eau remontera obliquement là, où cesse la pression des eaux refroidies, c'est-à-dire, à quelque distance de l'iceberg. Ainsi elle se mêlera avec l'eau du courant qui s'approche de l'iceberg et sera en partie transportée en haut, comme nous venons de le voir. Le courant superficiel d'eau diluée est donc formé par un processus très compliqué, où la circulation verticale de toutes les couches joue un grand rôle. Dans les régions arctiques ce processus subit une complication en ce que les courants polaires sont formés en partie par l'eau que les fleuves de la Sibérie jettent dans le bassin polaire intérieur. Nansen a étudié les mouvements de ces eaux et a démontré que leur concentration augmente lors leur mouvement dirigé vers l'est, à cause de leur mélange avec les couches inférieures; c'est là un processus très compliqué, qui en partie, est dû aux courants de compensation verticale produits par le vent.

Nous observons donc que la formation même des courants polaires est accompagnée de l'aspiration des eaux de couches inférieures. Mais la circulation verticale joue un rôle encore plus important là où se rencontrent des courants superficiels de salinité et de température différentes.

(1) Pettersson. On the influence of icemelting upon oceanic circulation, Svenska Hydr.-Biol. Kommissionens Skriften II, 1905.

Le courant à eau plus légère aura la tendance à se répandre sur celui à eau plus lourde; et comme le courant froid possède une salinité inférieure à celle du courant chaud, la relation entre leurs densités dépend de ce que la différence de température peut ou non compenser l'influence contraire de la différence de salinité. Il en résulte que dans les diverses saisons, les conditions de ces courants sont différentes. En hiver l'eau chaude subit un refroidissement plus intense et devient plus lourde que l'eau polaire, qui se répand sur elle; en été c'est le contraire qui a lieu (1). Mais ces phénomènes ne se bornent pas à la production de courants de surface; ils engendrent au contraire un courant compensatoire qui s'étend en sens horizontal et vertical à travers toute la masse de l'eau. Mohn (2), et plus tard Makarow (3) ont décrit ce système de mouvements. Il est facile de comprendre que dans la région de l'eau lourde, l'eau de surface doit descendre, tandis que dans la région de l'eau légère un courant doit monter de bas en haut pour compenser le mouvement de l'eau de surface.

Il en résulterait qu'en hiver il y aurait un courant ascendant dans la région de l'eau polaire, tandis qu'en été ce courant se trouverait dans l'aire de l'eau atlantique. Ces faits sont bien en correspondance avec les observations biologiques qui démontrent que dans la mer du Nord le maximum du plankton printanier se trouve principalement dans les eaux arctiques, tandis que celui de l'été a son centre dans les eaux atlantiques.

Les régions les plus importantes pour la pêche se trouvent aux limites des courants chauds et froids, dont le mouvement est dirigé en sens opposé. C'est là que l'on observe aussi un maximum de diatomées durant tout l'été. Personne n'a pu donner une explication satisfaisante de ce phénomène remarquable. Or il est facile de démontrer qu'ici les conditions sont très favorables à la formation de courants verticaux. D'abord

(1) Voyez Pettersson, Petermanns Mitteilungen t. 46 (1900) p. 91.

(2) Den Norske Nordhavs-Expedition XVIII : Mohn, Nordhavets Dybder etc. Kristiania 1887, p. 156 suiv.

(3) Makarow. Le *Vitiaz* et l'Océan Pacifique. Saint-Pétersbourg 1890, p. 288 suiv.

les courants dirigés en sens opposés peuvent transmettre leur mouvement au masses d'eaux situées entre eux, ce qui produirait un courant compensatoire ascendant du fond. C'est ainsi que Krümmel (1) explique l'existence des « îles d'eau froide » situées aux limites des courants sous l'équateur, et tout récemment Schott (2) vient d'appliquer la même explication aux phénomènes qui se trouvent au point de réunion de deux courants divergents. Mais une autre cause qui peut produire un mouvement ascendant aux limites des courants c'est l'influence qu'ils subissent par la rotation de la terre et qui effectue sur l'hémisphère septentrional une tendance de mouvement dirigée vers le côté droit du courant. Dans l'Océan Atlantique du nord, les conditions sont telles, qu'elles produisent, chez les courants polaires et atlantiques, un mouvement latéral en sens opposé, ce qui produirait à leur limite une aspiration compensatrice, qui sera surtout remarquable pendant le temps où les courants ont à peu près le même poids spécifique. Mohn (3) a démontré que l'influence de la rotation, quoiqu'elle soit parfois paralysée par le vent etc., produit toujours, lorsqu'il s'agit d'un courant assez vite, une différence du niveau de ses deux côtés. Mais cette différence de niveau n'est pas produite par un équilibre stable : du côté du niveau élevé l'eau va toujours descendre en bas, ce qui doit produire un courant ascendant au côté gauche, c'est-à-dire à la limite des deux courants dirigés en sens opposés.

Je crois devoir attribuer à ce phénomène un rôle très important pour la distribution quantitative des organismes dans la mer. Des observations que Makarow (4) a faites aux limites des courants du détroit de La Pérouse trouvent de cette manière une explication assez simple, ainsi que je vais le démontrer dans mon mémoire détaillé. On comprend qu'il ne doit pas

(1) Krümmel. Handbuch der Oceanographie, t. II (1887), p. 414.

(2) Schott. Annalen der Hydrographie, 1905, p. 405.

(3) Voyez Mohn. Petermanns Mitteilungen, Ergänzungsheft 79 (1885), p. 10.

(4) Makarow. *Loc. cit.*, p. 288.

toujours être facile de démontrer par la construction des isothermes et isohalines ces phénomènes d'aspiration aux limites des courants qui sont le siège de mouvements assez compliqués. Peut-être que l'on pourra se servir de l'étude chimique plus détaillée; ainsi par exemple Natterer (1) a démontré des mouvements verticaux dans la Méditerranée en dosant l'acide nitreux et le brome dans l'eau des différentes couches. Peut-être qu'aussi des observations sur la distribution verticale des organismes donneront quelque point d'appui au sujet de l'existence de ces courants ascendants.

Nous nous sommes donc convaincus que dans les régions de la mer les plus riches en plankton il y a des conditions capables de produire des mouvements verticaux très énergiques. Voilà ce qui n'a pas lieu dans les latitudes intermédiaires. Ici nous avons au fond un courant d'eau froide qui se meut lentement vers l'équateur : au-dessus de lui nous observons des mouvements de l'eau superficielle qui sont dirigés par les vents, sans qu'il y ait des causes générales produisant un mélange des diverses couches. Il n'en est pas de même dans les régions équatoriales : c'est ici que nous trouvons les grands courants de compensation verticale, qu'il est facile de démontrer par la situation des isothermobathes. (Voir Krümmel, loc. cit.). A mon avis, un des faits les plus favorables à notre théorie, c'est que toutes les expéditions ont constaté que dans cette région la quantité du plankton est plus grande que dans les mers des latitudes intermédiaires. Ici je me contente de faire mention des résultats de la *Plankton*-Expedition qui n'ayant observé dans le courant de Floride et dans la mer des Sargasses que de petits volumes de plankton, constata une forte augmentation dès qu'elle arriva au courant des Canaries. Cette augmentation tout en laissant observer de petites oscillations persista dans toute la région d'aspiration.

Les maxima les plus importants se trouvent au nord de l'île Ascension ; des recherches détaillées sur ces maxima de

(1) NATTERER. Chem. Untersuchungen im östlichen Mittelmeer. Dans : Denkschriften der K. K. Akademie der Wissenschaften in Wien, t. 60 et 61.

plankton, et sur leur relations avec les « îles d'eau froide » qui marquent les places de plus grande intensité des courants ascendants, donnerait certainement les résultats les plus intéressants. Près d'Ascension les conditions sont un peu compliquées à cause du voisinage du courant froid de Benguela, qui s'étend dans la même région. Ainsi on ne peut pas décider sans recherches spéciales si le dit maximum doit-être attribué au courant superficiel ou au courant ascendant du fond. Mais on ne doit pas oublier que la température basse du courant de Benguela est aussi en grande partie due à l'aspiration de l'eau des couches profondes près de la côte africaine.

Un fait très important pour nos déductions c'est que le *Challenger* a trouvé dans la région équatoriale du Pacifique des maxima de plankton, dont nous avons déjà parlé. Entre autres il s'agit d'une place, au nord des Carolines, loin du continent à haute température, qui n'est pas atteinte d'un courant de surface à eau froide. On ne peut donc pas douter que ces maxima ne dépendent des courants ascendants, dont l'existence est clairement démontrée par les observations de la température d'eau profonde, que le *Challenger* a exécutées à la même place.

Je crois que cette exposition concise peut déjà établir une certaine relation entre les courants ascendants et la production du plankton en pleine mer; ajoutons encore quelques mots sur ces courants qui se trouvent près des côtes ou des élévations sous-marines.

Auprès des côtes c'est l'aspiration produite par les vents de terre, qui y joue un grand rôle. Nous avons déjà eu l'occasion d'en parler. Or les places où il y a ce phénomène sont depuis longtemps connues comme extrêmement riches en poissons; elles sont donc aussi favorables au développement du plankton. Il n'est pas absolument nécessaire qu'il y ait là une grande dépression de la température : à cette place de la côte algérienne dont nous avons parlé plus haut cette dépression n'est que de quelques degrés, et quand même on y trouve de grandes quantités de poissons. Cela s'observe en diverses parties des côtes atlantiques, par exemple sur celles du Portugal, du Maroc, vis-à-vis des Canaries, etc., et comme il s'agit là d'un phéno-

mène périodique, variant selon les saisons, il serait très intéressant d'étudier de près la corrélation entre les conditions hydrographiques et la quantité du plankton pendant les diverses saisons de l'année. Auprès des côtes nous rencontrons aussi le phénomène des courants de réaction décrits par Ekman : aux embouchures des fleuves l'eau douce en se jettant dans la mer entraîne des couches en repos, ce qui produit un courant ascendant du fond. Les conditions de ces courants de réaction se trouvent aussi réalisées là où un courant de surface passe au-dessus d'une crête sous-marine ; ici encore il peut se produire un courant ascendant. Un mouvement vertical des eaux peut également avoir lieu quand un courant du fond se heurte à un banc ou une crête sous-marine : les eaux élevées de ce courant se mêleront à celles des couches supérieures. Nous voyons donc qu'il est possible d'expliquer par notre théorie les maxima locaux du plankton se trouvant près des côtes ou des élévations sous-marines.

En traitant le problème sous ce point de vue il reste hors de de la question de savoir quelle est la substance alimentaire, dont le transport vertical produit le développement du plankton. Nous en parlerons dans notre mémoire détaillé, et nous verrons qu'il faut y attribuer à l'acide carbonique un rôle plus important que l'on ne l'a fait jusqu'ici.

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
N° 63. — 15 Février 1906.

# Courants marins profonds

DANS

# l'Atlantique Nord.

par A. CHEVALLIER

M. Thoulet a publié dans le Bulletin du Musée Océanographique de Monaco (1) et avec plus de détails dans les Résultats des Campagnes scientifiques (2) un procédé de découverte et de mesure des courants sous-marins d'après la connaissance de la densité, de la température et des résultats de l'analyse chimique d'échantillons d'eaux récoltés en triple série verticale.

Le procédé est le suivant :

En trois points de l'Océan formant autant que possible un triangle équilatéral et situés à des distances n'excédant pas une centaine de milles, on a recueilli entre la surface et le fond, au moyen de bouteilles Richard superposées et munies chacune de son thermomètre, une série verticale d'échantillons. On

(1) J. Thoulet. *Mesure des Courants marins au moyen de l'analyse physique et chimique d'échantillons d'eaux récoltés en séries.* Bulletin du Musée Océanographique de Monaco, n° 12, 10 juin 1904.

(2) J. Thoulet. *Mémoires Océanographiques (première série).* Résultats des Campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier Prince souverain de Monaco. Fascicule XXIX, p. 103.

détermine pour chacun d'eux les caractéristiques statiques et dynamiques que l'on représente en graphique pour chaque station.

D'autre part on dresse le graphique des trois $n\,S_4^0$ se rapportant respectivement à chacune des stations, en prenant pour axe commun des $x$ les valeurs de $n\,S_4^0$ et pour axe des $y$ celles de la profondeur.

Les plans verticaux passant par les côtés du triangle formé par les trois stations découpent dans la masse des eaux océaniques, entre la surface et le fond, un prisme triangulaire. Ce prisme est coupé par le plan de 1000 mètres, par exemple, profondeur à laquelle on veut étudier le courant, suivant un triangle. Chacun des sommets de ce triangle dont le $n$ est le même, la profondeur étant la même pour les trois, possède un $S_4^0$ différent. Par le sommet où le $n\,S_4^0$ est le plus fort et par les deux points situés sur les deux autres arêtes du prisme ayant même valeur globale de leur $n\,S_4^0$ respectif, on fait passer un plan d'équilibre mécanique mais topographiquement incliné. Ces deux triangles découpent sur chaque face du prisme deux lignes; l'une oblique mais en réalité de niveau; l'autre horizontale quoique mécaniquement oblique et le long de laquelle les molécules d'eau peuvent être considérées comme glissant au-dessus du plan de niveau mécanique dans la direction du plus faible $S_4^0$ vers le plus fort $S_4^0$ avec une intensité proportionnelle au gradient des densités, quotient de la différence des densités aux extrémités de la droite par la distance de ces deux extrémités. Par le centre de gravité du triangle de niveau topographique, on mène, représentées à la même échelle, les trois droites de courants afférentes à chacun des trois côtés; leur résultante graphique donne en grandeur exprimée en gradient de densité et en direction les caractéristiques du courant ainsi que son inclinaison, indiquée par l'angle des deux plans.

L'étude de quatre séries verticales d'échantillons d'eaux recueillis en 1904 par S. A. S. le Prince de Monaco à bord de la *Princesse-Alice* m'a amené à réaliser de notables simplifications pratiques à la méthode de M. Thoulet.

Les quatre séries, prises entre les Açores et les Canaries sont les suivantes :

| | Numéro de la Station | Date | Latitude N. | Longitude W. | Profondeur |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 1803 | 27 août 1904 | 33° 06' | 25° 07' | 4904$^{m}$ |
| B | 1795 | 25 » » | 31° 46' | 25° 01' | 5423 |
| C | 1798 | 26 » » | 32° 18' | 23° 58' | 5422 |
| D | 1782 | 21 » » | 31° 06' | 24° 06' 30" | 5413 |

Ces quatre stations forment deux triangles à peu près équilatéraux ABC et BCD. Il s'agit tout d'abord de calculer les distances respectives des quatre stations A, B, C et D. En employant la trigonométrie sphérique, il faut avoir soin, si l'on veut obtenir des résultats exacts, de se servir de tables à 7 décimales et de tenir compte pour la valeur de l'angle auxiliaire, des secondes et dixièmes de seconde. Or la position de la station en mer n'étant établie qu'avec une approximation de deux à trois minutes, il sera plus commode et aussi précis de suivre la méthode graphique suivante.

On suppose que le cylindre de la projection de Mercator parallèle à la ligne des pôles terrestres coupe la sphère suivant le cercle de latitude 32°, lequel passe vers le milieu de l'espace couvert par les quatre stations A, B, C et D. Si l'échelle employée est le $\frac{1}{1\,000\,000}$, la distance séparant les projections parallèles des méridiens 24 et 25 (Fig. 1) sera égale à

$$11,\ 11^{cm} \times \cos 32^{\circ}$$

ou

$$11,\ 11 \times 0,\ 8480 = 9,\ 42^{cm}.$$

On obtiendrait graphiquement cette dernière valeur en

opérant ce que l'on appelle *le changement en longitude* (1). Avec une droite EF dont la longueur est 11, 11$^{cm}$ on fait un angle FEG = 32°. On abaisse FG perpendiculaire sur EG; EG sera la longueur d'un degré de longitude.

On mène les parallèles 31 et 33 espacés du parallèle 32 d'une longueur égale à 1 degré d'équateur, c'est-à-dire égale à 11, 11$^{cm}$. On place ensuite sur le dessin les quatre stations A, B, C, D

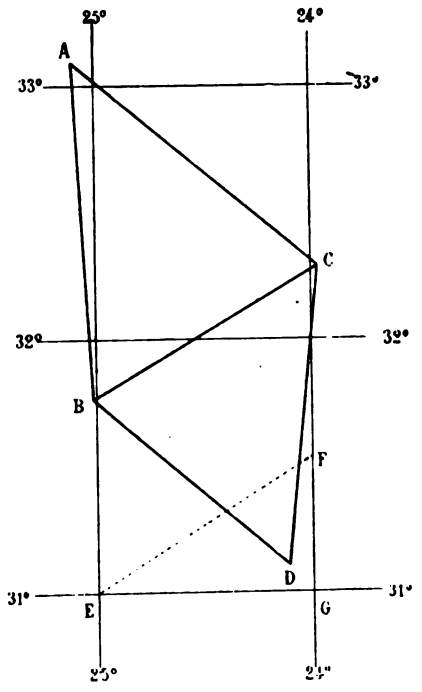



Fig. 1.

d'après leurs coordonnées géographiques; on n'a plus alors qu'à mesurer au double décimètre les distances respectives des stations.

On peut encore trouver graphiquement ces distances au moyen d'un autre procédé indiqué par M. Germain (2). Les

(1) A. Germain. *Traité des projections des cartes géographiques.* Arthus Bertrand. Paris, p. 286.

(2) A. Germain. *Loc. cit.*, p. 285

stations étant indiquées sur une carte en projection de Mercator, supposons que l'on veuille mesurer, par exemple, la distance BC (Fig. 2). La différence de latitude de ces deux points étant 32° 18' — 31° 46' = 32', on prendra sur l'échelle des longitudes comptée le long du parallèle de 31°, une distance EF de 32'. Au point C on mène une horizontale qui rencontre le méridien 24 au point G. On porte sur ce méridien une longueur GH =

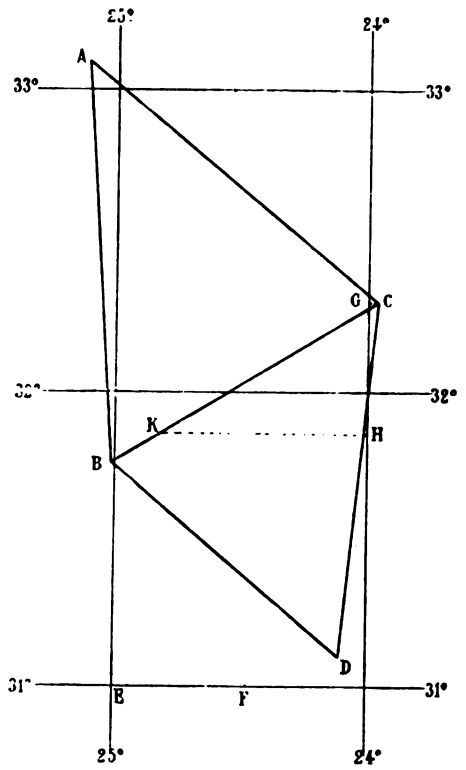



FIG. 2.

EF; on trace HK parallèle à EF et coupant BC en K. La longueur CK portée sur l'échelle des longitudes donne en degrés, minutes et secondes la longueur de l'arc BC. On multiplie enfin le nombre de minutes par 1,855, longueur kilométrique du mille marin. Si la carte a été dressée à l'échelle du $\frac{1}{1\,000\,000}$

CK mesurée au double décimètre fournit immédiatement en kilomètres la distance cherchée.

Lorsque les deux stations voisines sont sensiblement sur le même méridien, on obtient leur distance kilométrique en multipliant la différence de leurs latitudes, exprimée en minutes, par le nombre 1,855.

Dans le cas où, au contraire, les deux stations possèdent même latitude, on se bornera à opérer, comme plus haut, le changement en longitude. La nouvelle longueur obtenue portée sur l'échelle des longitudes donne le nombre de minutes contenues dans l'arc considéré.

Ces deux méthodes graphiques ont donné les résultats suivants :

| | Méthode trigonométrique | Méthode Chevallier | Méthode Germain |
|---|---|---|---|
| AB | 148,4 kil. | 148,5 kil. | 148,4 kil. |
| AC | 139,1 » | 139,5 » | 137,8 » |
| BC | 115,4 » | 115,4 » | 114,6 » |
| BD | 113,7 » | 113,5 » | 114,6 » |
| CD | 133,6 » | 133,7 » | 133,6 » |

Ces chiffres montrent que l'erreur commise par l'un quelconque de ces procédés graphiques est inférieure à l'erreur d'observation faite dans la détermination des coordonnées géographiques des stations.

L'analyse des échantillons d'eaux, exécutée par M. Allemandet (1) a donné les résultats suivants :

(1) G. H. Allemandet. *Analyse des échantillons d'eau de mer recueillis pendant la Campagne du yacht* "Princesse-Alice" *en 1904*. Bulletin du Musée Océanographique de Monaco, n° 43, 10 août 1905.

| | PROFONDEUR | θ | S° | S‰ | n S‰ | HALOGÈNES | SO³ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Stn. A. | Surface | 24.8 | 1.02942 | 1.02469 | 1.02469 | 20.34 | 2.247 |
| | 25 | 24.8 | 2940 | 2467 | 2479 | 20.34 | 2.314 |
| | 50 | 24.5 | 2924 | 2456 | 2480 | 20.23 | 2.338 |
| | 100 | 18.4 | 2929 | 2630 | 2678 | 20.25 | 2.310 |
| | 150 | 17.6 | 2925 | 2647 | 2719 | 20.22 | 2.292 |
| | 200 | 16.8 | 2914 | 2658 | 2754 | 20.16 | 2.291 |
| | 500 | 12.8 | 2871 | 2702 | 2941 | 19.83 | 2.228 |
| | 1000 | 9 5 | 2859 | 2744 | 3223 | 19.80 | 2.230 |
| | 1500 | 6.8 | 2854 | 2782 | 3500 | 19.72 | 2.229 |
| | 2000 | 4.8 | 2821 | 2779 | 3737 | 19.54 | 2.228 |
| | 2500 | 3.8 | 2811 | 2779 | 3977 | 19.47 | 2.228 |
| | 3000 | 3.0 | 2812 | 2783 | 4220 | 19 45 | 2.210 |
| | 3500 | 2.8 | 2802 | 2782 | 4458 | 19.41 | 2.207 |
| | 4000 | 2.8 | 2810 | 2790 | 4706 | 19.45 | 2.201 |
| | 4904 | 3.0 | 2803 | 2779 | 5156 | 19.40 | 2.191 |
| Stn. B. | Surface | 25.1 | 2967 | 2479 | 2479 | 20.47 | 2.350 |
| | 25 | 24.0 | 2969 | 2514 | 2527 | 20.48 | 2.357 |
| | 50 | 20.9 | 2946 | 2580 | 2604 | 20.37 | 2.332 |
| | 100 | 17.9 | 2927 | 2639 | 2685 | 20 31 | 2.311 |
| | 150 | 17.0 | 2923 | 2658 | 2730 | 20.26 | 2.312 |
| | 200 | 17.0 | 2908 | 2644 | 2740 | 20.19 | 2.302 |
| | 500 | 12.0 | 2866 | 2712 | 2951 | 19.81 | 2.274 |
| | 1000 | 8.8 | 2857 | 2769 | 3248 | 19.74 | 2.268 |
| | 1500 | 6 2 | 2851 | 2792 | 3511 | 19.68 | 2.178 |
| | 2000 | 4.2 | 2819 | 2785 | 3743 | 19.52 | 2.198 |
| | 2500 | 3.6 | 2814 | 2786 | 3983 | 19.45 | 2.304 |
| | 3000 | 3.0 | 2811 | 2789 | 4226 | 19.43 | 2.182 |
| | 4000 | 2.5 | 2804 | 2787 | 4703 | 19.39 | 2.197 |
| | 4500 | 5.5 | 2813 | 2764 | 4920 | 19.42 | 2.215 |
| | 5000 | 3.5 | 2807 | 2780 | 5176 | 19.39 | 2.208 |
| | 5423 | 3.0 | 2812 | 2790 | 5390 | 19.44 | 2.178 |
| Stn. C. | Surface | 25 6 | 2950 | 2446 | 2446 | 20.38 | 2.313 |
| | 25 | 22.8 | 2939 | 2519 | 2531 | 20.32 | 2.313 |
| | 50 | 19.4 | 2923 | 2599 | 2623 | 20.22 | 2.303 |
| | 100 | 17.8 | 2927 | 2642 | 2690 | 20.23 | 2.296 |
| | 150 | 17.5 | 2920 | 2642 | 2714 | 20.18 | 2.306 |
| | 200 | 17.0 | 2925 | 2660 | 2755 | 20.19 | 2.286 |
| | 500 | 12.8 | 2869 | 2699 | 2938 | 19.84 | 2.269 |
| | 1000 | 9.5 | 2855 | 2748 | 3227 | 19.76 | 2.232 |
| | 1500 | 6.5 | 2847 | 2784 | 3502 | 19.73 | 2.232 |
| | 2000 | 4.8 | 2828 | 2787 | 3745 | 19.59 | 2.214 |

| | PROFONDEUR | θ | $S^{\circ}_{4}$ | $S^{\theta}_{4}$ | $nS^{\theta}_{4}$ | HALOGÈNES | $SO^3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Stn. C. | 2500 | 3.9 | 1.02811 | 1.02780 | 1.03977 | 19.49 | 2.187 |
| | 3000 | 3.4 | 2817 | 2791 | 4228 | 19.44 | 2.209 |
| | 3500 | 3.0 | 2802 | 2780 | 4456 | 19.43 | 2.203 |
| | 4000 | 2 8 | 2802 | 2782 | 4698 | 19.41 | 2.193 |
| | 5000 | 2.7 | 2800 | 2779 | 5175 | 19.41 | 2.186 |
| | 5422 | 3.0 | 2806 | 2782 | 5378 | 19.40 | 2 191 |
| Stn. D. | Surface | 25.2 | 2927 | 2437 | 2437 | 20.29 | 2.298 |
| | Surface | 25.5 | 2953 | 2453 | 2453 | 20.43 | 2.308 |
| | 25 | 21.1 | 2929 | 2559 | 2571 | 20.21 | 2.281 |
| | 50 | 18.9 | 2920 | 2609 | 2633 | 20.12 | 2.284 |
| | 100 | 16.5 | 2916 | 2661 | 2707 | 20.14 | 2.268 |
| | 150 | 16.0 | 2906 | 2666 | 2738 | 20.05 | 2.283 |
| | 200 | 15.0 | 2942 | 2722 | 2818 | 20.33 | 2.292 |
| | 500 | 13.5 | 2870 | 2686 | 2925 | 19.85 | 2.225 |
| | 1000 | 8.0 | 2859 | 2775 | 3254 | 19.74 | 2.230 |
| | 1500 | 6.1 | 2841 | 2784 | 3503 | 19.65 | 2.220 |
| | 2000 | 4.0 | 2828 | 2796 | 3754 | 19.53 | 2.221 |
| | 2500 | 3.0 | 2802 | 2780 | 3977 | 19.42 | 2.201 |
| | 3000 | 3.3 | 2804 | 2779 | 4216 | 19.40 | 2.205 |
| | 3500 | 2.8 | 2806 | 2786 | 4462 | 19.41 | 2.195 |
| | 4000 | 2.8 | 2802 | 2782 | 4698 | 19.40 | 2.205 |
| | 4500 | 2.4 | 2799 | 2782 | 4938 | 19.40 | 2.200 |
| | 5000 | 2.6 | 2810 | 2791 | 5187 | 19.44 | 2.194 |

On construit pour chaque station les graphiques complets θ, $S^{\circ}_{4}$, $S^{\theta}_{4}$, Halogènes et $SO^3$ entre la surface et le fond. D'autre part on construit les graphiques des $S^{\theta}_{4}$ se rapportant respectivement aux trois stations A, B et C (Pl. I) en prenant pour axe commun des $x$ les valeurs de $S^{\theta}_{4}$ et pour axe des $y$ celles de la profondeur; on obtient ainsi trois lignes brisées irrégulières qui, en général, ne sont pas parallèles, mais tantôt se coupent et tantôt s'écartent les unes des autres. Le même graphique sera exécuté pour l'ensemble des trois stations B, C et D.

Il est plus commode, pour obtenir facilement et rapidement les chiffres nécessaires au calcul des caractéristiques du courant à une profondeur quelconque, d'employer les courbes des $S^{\theta}_{4}$

au lieu de celles des $n S_1^0$ comme l'a fait M. Thoulet. En effet pour une même série verticale, le $S_1^0$ varie très peu entre la surface et le fond, tandis que le $n S_1^0$ augmente d'une manière considérable par suite de l'accroissement, avec la profondeur, du coefficient de compressibilité $n$. Afin de pouvoir mesurer graphiquement la valeur de $n S_1^0$ à une profondeur quelconque, on est donc obligé d'employer une feuille de papier quadrillé de dimension trop grande; le même inconvénient ne se présente pas avec les courbes des $S_1^0$. D'ailleurs l'intensité et la direction du courant sont déterminées par les différences linéaires existant entre les trois $S_1^0$ situés dans le plan horizontal considéré et non pas par les différences entre les $n S_1^0$. Si cependant on désire calculer l'inclinaison du courant, il sera indispensable de tracer le graphique des $n S_1^0$ afin de connaître les trois profondeurs différentes auxquelles, pour les stations étudiées, le $n S_1^0$ est le même, c'est-à-dire la position du triangle d'équilibre mécanique. Or cette inclinaison est excessivement faible; sans être directement proportionnelle à l'intensité du courant, elle varie cependant avec elle et devient nulle quand celle-ci est elle-même nulle; sa connaissance ne sera donc nécessaire que dans le cas d'intensité maximum des différents courants situés sur une même verticale. Alors seulement on établira le graphique des $n S_1^0$; mais on n'en fera qu'une faible portion, aux environs de la profondeur considérée et on pourra alors se servir d'une échelle suffisamment grande pour y effectuer graphiquement toutes les mesures sans être obligé de prendre une immense feuille de papier quadrillé. De même il ne sera plus nécessaire de développer le prisme qu'entre les mêmes limites du graphique des $n S_1^0$.

Cherchons maintenant les caractéristiques du courant à la profondeur de 25 mètres, par exemple, telles qu'elles résultent des trois séries verticales B, C et D.

Sur le tableau général des résultats, on trouve :

| | |
|---|---|
| Stn. B | $S_1^0 = 1,02514$ |
| Stn. C | $S_1^0 = 1,02519$ |
| Stn. D | $S_1^0 = 1,02559$ |

Les molécules d'eau se déplaçant du plus faible vers le plus fort $S\frac{0}{4}$, on aura un courant allant de B vers C avec une intensité proportionnelle ou gradient $\gamma_1$ de 1,02519 — 1,02514 = 0,00005 divisé par la distance de B à C, c'est-à-dire 115 kilom. donc de B vers C,

$$\text{gradient } \gamma_1 = \frac{1{,}02519 - 1{,}02514}{BC} = \frac{0{,}00005}{115} = 0{,}0000004$$

on aurait de même de B vers D,

$$\text{gradient } \gamma_2 = \frac{1{,}02559 - 1{,}02514}{BD} = \frac{0{,}00045}{114} = 0{,}0000039$$

et enfin de C vers D,

$$\text{gradient } \gamma_3 = \frac{1{,}02559 - 1{,}02519}{CD} = \frac{0{,}00040}{134} = 0{,}0000030$$

Au lieu de conserver toutes ces décimales et afin d'avoir des nombres entiers, nous supposerons toujours que le gradient ainsi obtenu est multiplié par $10^7$. On aura alors,

de B vers C... $\gamma_1 = 4$
de B — D... $\gamma_2 = 39$
de C — D... $\gamma_3 = 30$

Au centre de gravité N du triangle BCD, tracé en vraie grandeur, on mène parallèlement aux trois côtés et dans le sens convenable, trois droites proportionnelles aux nombres 4, 39 et 30. En construisant la résultante NR (Fig. 3) de ces composantes, d'après le parallélogramme des forces, on aura l'intensité du courant, que l'on trouve égale à 61 ; son orientation mesurée au rapporteur est S. 30° E.

Tous les courants vont en montant (1). Pour avoir l'inclinaison de ce courant sur l'horizontale, on tracera, comme on l'a dit plus haut, le graphique des $n\,S\frac{0}{4}$ correspondant aux trois

(1) J. Thoulet et A. Chevallier. *Sur la circulation océanique.* Comptes Rendus Acad. Sc., t. CXLII, p. 245, 22 janvier 1906.

stations B, C et D. La planche II représente ce graphique entre la surface et 500 mètres.

Le plus fort $n S\frac{0}{1}$, à cette profondeur de 25 mètres, se trouve à la station D, où sa valeur est 1,02571. En menant la ligne verticale passant par ce point, on remarque que ce chiffre est atteint à 30 mètres pour la station C et à 40 mètres pour la station B. Ces différentes profondeurs fixent la position du triangle d'équilibre mécanique.

Reportons-nous alors à la figure 3 ; par le point D on trace DE parallèle à la résultante NR ; par les trois points B, E et C

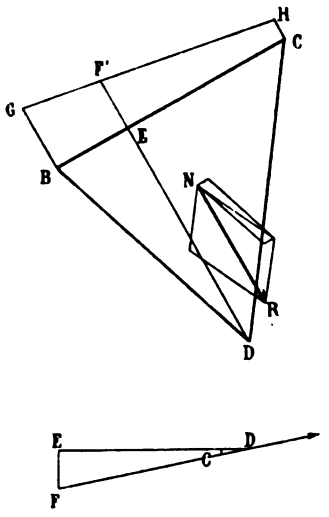



FIG. 3.

on mène des perpendiculaires à BC. On porte une longueur BG proportionnelle à la différence de niveau entre D et B, c'est-à-dire 40 — 25 = 15 mètres, et CH proportionnelle à la différence de niveau entre D et C c'est-à-dire 30 — 25 = 5 mètres. La droite GH rencontre la perpendiculaire au point E en F' ; EF' = 12 mètres représente la différence de niveau entre le point E et le point F. L'inclinaison $\rho$ du courant est l'angle en D du triangle rectangle EFD dans lequel ED, mesuré graphiquement sur le dessin est égal à 107 kilom. et EF = 12 mètres.

Dans ce triangle, on a

$$\operatorname{tg} \rho = \frac{EF}{ED} = \frac{12}{107000}$$

$$\log. 12 = 1{,}0791813$$
$$-\log. 107000 = \bar{6}{,}9706162$$
$$\log. \operatorname{tg} \rho = \bar{4}{,}0497975$$
$$\rho = 0^\circ\ 0'\ 23'' \text{ (1)}.$$

On pourra opérer de la même façon non seulement pour les profondeurs où l'eau a été recueillie et analysée mais aussi pour les profondeurs intermédiaires; les différents $S_4^0$ seront alors mesurés directement sur le graphique.

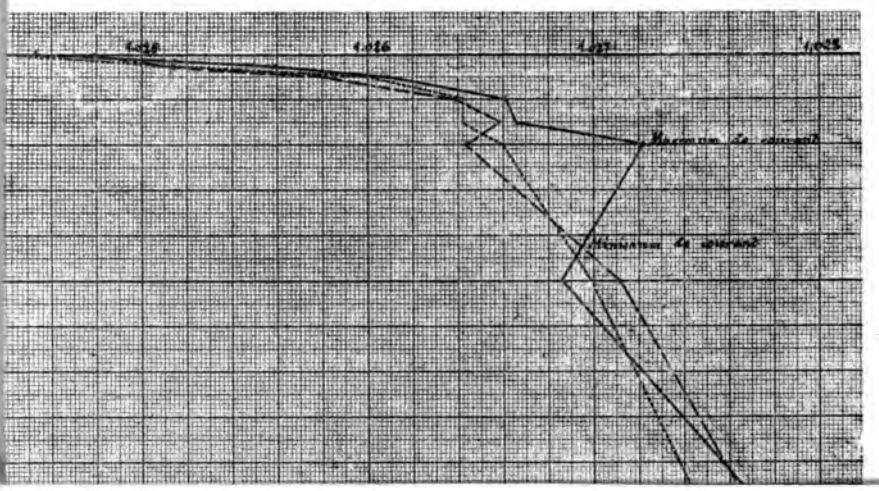
La seule inspection du graphique des $S_4^0$ permet de prévoir, immédiatement et sans calcul, l'importance du courant à une profondeur quelconque et par conséquent les variations du courant depuis la surface jusqu'au fond. En effet, l'intensité étant proportionnelle aux différences des densités $S_4^0$, au même niveau topographique pour les trois stations considérées, ces différences sont d'autant plus grandes que les courbes des $S^0$ sont graphiquement plus écartées l'une de l'autre sur une même horizontale. Or, l'erreur expérimentale pour la mesure des densités étant égale à 0,00004, chiffre fixé par la Conférence de Stockholm, on sera en droit d'admettre, à priori, que si, à une profondeur donnée, l'écartement extrême de deux des trois courbes est

(1) Cet exemple montre que l'inclinaison du courant est, en général, très faible; elle atteint rarement la valeur de quelques minutes. On pourra toujours supposer que la différence de niveau par kilomètre est proportionnelle à l'inclinaison, la proportion existant encore pour $\rho = 30'$. Un calcul analogue au calcul précédent montre que la différence de niveau par kilomètre est de

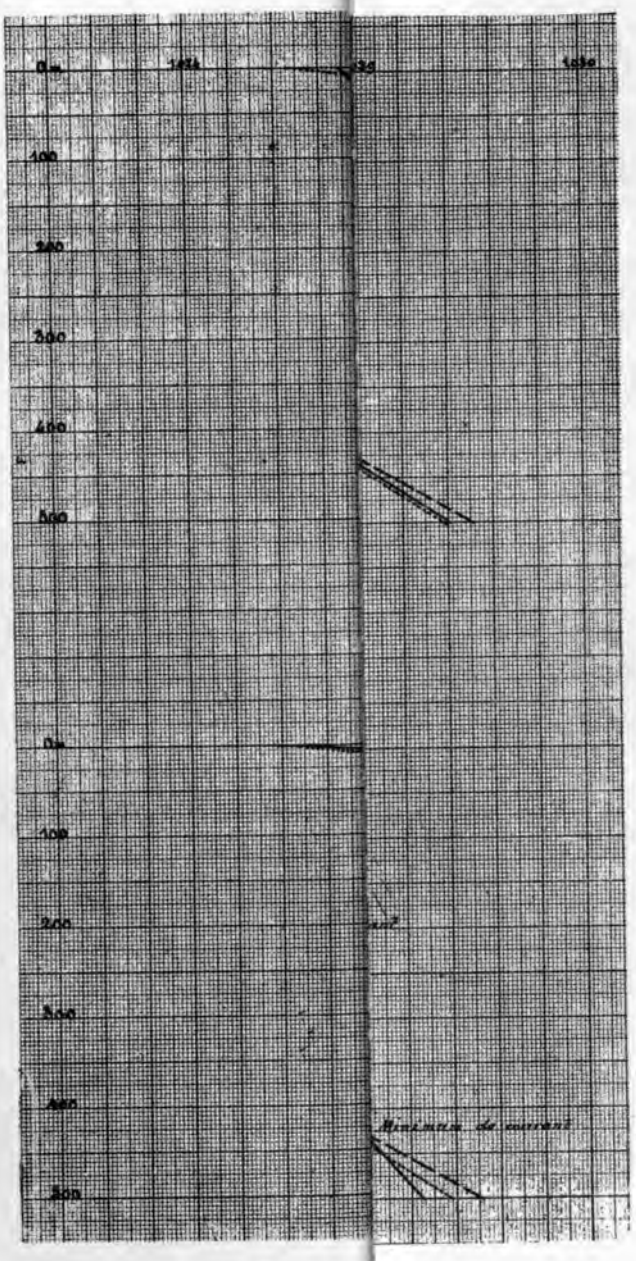
| | | | |
|---|---|---|---|
| 0,0048m | pour une inclinaison de | | 1" |
| 0,0096 | » | » | 2" |
| 0,0242 | » | » | 5" |
| 0,0485 | » | » | 10" |
| 0,2909 | » | » | 1' |
| 0,8726 | » | » | 3' |

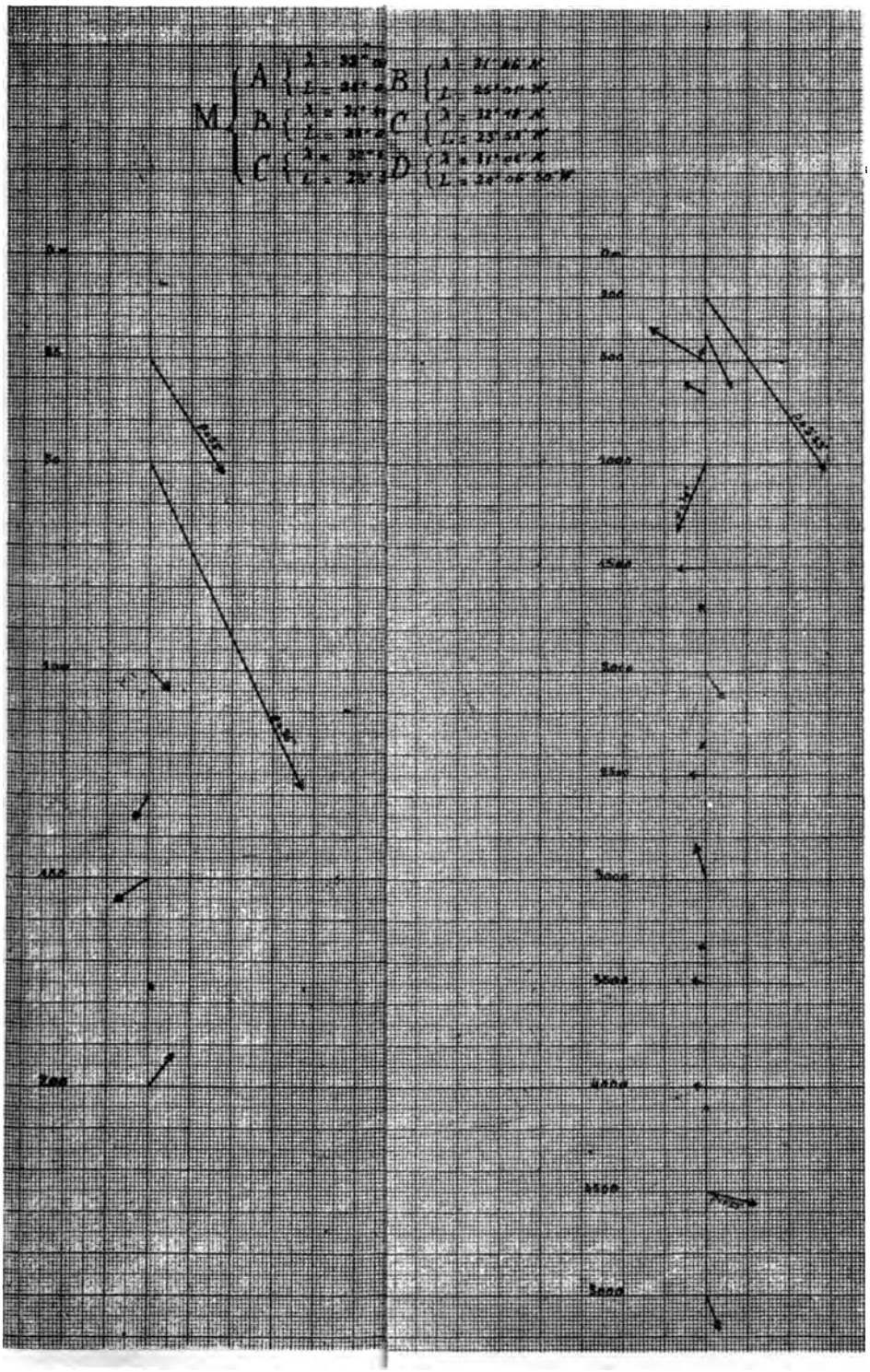
et ainsi de suite.

Pl. I



Pl. II





moindre ou égal à 0,00004, à cet endroit le courant sera nul tandis qu'il sera maximum si l'écartement est lui-même maximum. Lorsque l'écartement est égal à 0,00004, on a calculé que le gradient du courant avait une valeur égale à 6, pour des stations distantes de 120 kilomètres en moyenne comme c'est le cas pour les quatre stations étudiées ici.

Si l'on considère l'ensemble des stations A, B et C, sans tenir compte du courant de surface, qui pourrait cependant résulter des différences entre les trois valeurs de $S\frac{\theta}{\varphi}$, par suite de l'influence perturbatrice qu'exercent sur les eaux marines les phénomènes météorologiques atmosphériques, on remarque que le courant qui possède déjà une certaine valeur à $25^m$ de profondeur, augmente considérablement jusqu'à $50^m$ où il devient maximum, l'écartement des trois courbes étant maximum; il diminue ensuite rapidement jusqu'à $100^m$, demeure à peu près constant de 100 à $150^m$ puis change de sens en devenant minimum à $175^m$ et augmente jusqu'à $200^m$. Il décroît alors en devenant nul à $370^m$, les trois courbes se coupant au même point, augmente progressivement jusqu'à $1000^m$, où il devient maximum, puis diminue de 1000 à $1500^m$. A partir de cette profondeur, comme les trois courbes sont sensiblement parallèles et peu éloignées les unes des autres, le courant est à peu près constant, tout en restant très faible, jusqu'au fond où il devient nul. Il présente cependant un léger maximum à $4500^m$.

On appliquerait le même raisonnement à l'ensemble des stations B, C et D. Le tableau suivant rapporté aux deux centres de gravité M et N des triangles ABC et BCD et dont les coordonnées sont, pour M : lat. N. = 32° 23', long. W. = 24° 41' et pour N : lat. N. = 31° 43, long. W. = 24° 22', indique les caractéristiques des courants depuis la surface jusqu'au fond. On n'a calculé l'inclinaison que pour quelques points où l'intensité était maximum.

| PROFONDEUR | M | | | N | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | DIRECTION | INTENSITÉ | Inclinaison | DIRECTION | INTENSITÉ | Inclinaison |
| 25 | S. 32° E. | 66 | 58" | S. 30° E. | 61 | 23" |
| 50 | S. 35° E. | 175 | 36" | S. 65° E. | 37 | 34" |
| 100 | S. 43° E. | 14 | » | S. 32° E. | 30 | » |
| 130 | S. 32° W. | 15 | » | » | » | » |
| 150 | S. 55° W. | 19 | » | S. 16° W. | 31 | » |
| 175 | S. 32° E. | 4 | » | » | » | » |
| 200 | N 42° F. | 20 | » | S. 35° E. | 102 | 3' 23" |
| 300 | N. 28° E. | 9 | » | » | » | » |
| 370 | 0 | 0 | 0 | S. 25° E. | 29 | » |
| 430 | » | » | » | S. 31° W. | 6 | » |
| 500 | S. 43° W. | 15 | » | N 53° W. | 32 | » |
| 660 | » | » | » | N. 62° W. | 12 | » |
| 1000 | S. 23° W. | 31 | 1' 26" | S. 23° W. | 35 | 39" |
| 1500 | S. 24° W. | 15 | » | S. 88° W. | 14 | » |
| 1710 | » | » | » | S. 34° W. | 5 | » |
| 1870 | S. 25° E. | 7 | » | » | » | » |
| 2000 | S. 42° E. | 10 | » | S. 33° E. | 15 | » |
| 2140 | S. 25° E. | 7 | » | » | » | » |
| 2320 | » | » | » | S. 34° W. | 5 | » |
| 2500 | S. 22° W. | 9 | » | N. 88° W. | 8 | » |
| 3000 | S. 42° E. | 10 | » | N. 16° W. | 19 | » |
| 3320 | » | » | » | N. 73° W. | 4 | » |
| 3500 | S. 48° W. | 9 | » | N. 77° W. | 7 | » |
| 4000 | N. 63° W. | 9 | » | N 85° W. | 6 | » |
| 4100 | N. 27° W. | 4 | » | 0 | 0 | 0 |
| 4500 | N. 19° E. | 26 | 1' 35" | S. 77° E. | 25 | 1' 23" |
| 5000 | 0 | 0 | 0 | S. 19° E. | 17 | » |

Pour bien se rendre compte de l'économie générale de la circulation le long des verticales passant par les centres de gravité M et N, on pourrait, le long d'une tige verticale en bois, à chaque profondeur où le courant a été mesuré, piquer une aiguille de longueur proportionnelle au gradient, orientée convenablement et faisant avec l'horizontale un angle égal à celui trouvé pour l'inclinaison du courant. Comme il est impossible de représenter une pareille figure sur une feuille de papier, on tourne la difficulté de la manière suivante :

Sur une droite verticale (Pl. III) et aux diverses profondeurs

indiquées à l'échelle, où ont lieu les différentes variations du courant données par le tableau précédent, on suppose que le courant est figuré par une droite de longueur proportionnelle à son intensité ou gradient sur un plan perpendiculaire à la verticale c'est-à-dire horizontal orienté : l'est à droite, l'ouest à gauche, le nord et le sud en face du spectateur. On rabat ensuite tous ces plans le long de la verticale de manière à ce que leur nouvelle orientation soit absolument celle d'une carte géographique. Afin de rendre le dessin plus clair on a représenté à une échelle plus grande la succession des courants depuis la surface jusqu'à $200^m$.

L'observation attentive des courbes des différentes caractéristiques $\theta$, $S_4^0$, $S_4^\theta$, Halogènes et $SO^3$ de l'eau de mer pour une même série verticale permet de distinguer la place et l'intensité probables des courants les plus importants. Si la variation de la caractéristique dynamique $n\,S_4^\theta$ présente à une certaine profondeur une irrégularité prononcée, on pourra affirmer qu'à cet endroit existe un courant. Or $n\,S_4^\theta$ est fonction de $n$, de la température $\theta$ et de la caractéristique statique de l'eau de mer $S_4^0$; cette dernière donnée dépend elle-même de la composition chimique, poids des Halogènes, de l'acide sulfurique etc., ce que pourrait représenter le symbole

$$n\,S_4^\theta \begin{cases} n \\ \theta \\ S_4^0 \begin{cases} \text{halogènes} \\ \text{acide sulfurique} \\ \text{etc. etc.} \end{cases} \end{cases}$$

Mais si l'on considère en bloc $S_4^0$, ensemble des divers éléments de la composition chimique et si l'on fait abstraction du coefficient de compressibilité $n$ dans le cas où il s'agit d'une même série verticale, on voit qu'une irrégularité dans la courbe de $S_4^\theta$ pourra résulter soit d'une anomalie dans la suite des variations de $S_4^0$, la variation de la température $\theta$ étant régulière, soit au contraire d'un écart de la courbe de la température, celle de $S_4^0$ étant régulière, soit enfin de l'addition

des deux écarts comme dans le cas d'une diminution dans la densité et, à la même profondeur, d'une augmentation de la température ou inversement.

Le courant sera par conséquent dû à la variation unique de $S_4^0$ ou à celle de $\theta$ ou encore à la prédominance de la variation brusque de l'une quelconque de ces deux variables sur l'autre variable.

Le maximum que l'on observe au point M à la profondeur de 50 mètres est causé par ce fait qu'à la station A, la densité $S_4^0$ est faible, tandis que $\theta$ est élevé, d'où résulte une diminution de $S_{\theta}$.

Pour le point N, à 200 mètres, on remarque aussi un maxi- dû à ce que, à cette profondeur, la courbe de $S_4^0$, pour la station D, manifeste un saut brusque tandis que la variation de $\theta$ est régulière.

Enfin pour les deux points M et N le maximum rencontré à 4500 mètres, est motivé par la température anormale 5°,5 que possède en ce point l'eau de la série verticale de la station B.

L'examen du schéma (Pl. III) permet de formuler les conclusions générales suivantes :

1° La circulation océanique est notablement plus active au voisinage de la surface que dans les profondeurs où elle diminue d'intensité jusqu'à devenir sensiblement nulle. Le maximum a lieu, comme on l'a vu plus haut, pour la verticale du point M à une cinquantaine de mètres de profondeur tandis que pour la verticale du point M il a lieu à 200 mètres. Ces deux maximums ont même direction.

2° Les courants, suivant une même verticale, quoique souvent très rapprochés l'un de l'autre sont susceptibles de posséder des directions notablement différentes.

3° Dans la région comprise entre les Açores et les Canaries, les courants superficiels donnent une direction qui est bien celle connue pratiquement à cette place du grand courant tropical et équatorial. Cette concordance prouve l'exactitude de la méthode de M. Thoulet. Elle permettra, dans l'avenir, lorsqu'un nombre suffisant de points aura été déterminé de reconnaître le plan limite inférieur d'un courant c'est-à-dire en quelque sorte le sol liquide sur lequel il avance et en outre de passer de la connaissance de l'intensité d'un courant évalué en gradient à celle de son intensité évaluée en mètres, c'est-à-dire à sa vitesse réelle.

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
N° 64. — 21 Février 1906.

# Description d'une nouvelle larve d'Astérie appartenant très vraisemblablement à une forme abyssale (*Stellosphaera mirabilis*).

par

**René KŒHLER et Clément VANEY**

| Année | Station | Lat. N. | Long W. (Greenwich) | Profondeur | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1905 | 2159 | 36° 24' | 30° | 0-2500m. | 1 | Exemplaire |
| — | 2168 | 36° 35' | 27° 12' | 0-2000 | 2 | — |
| — | 2194 | 39° 36' | 26° 05' | 0-2500 | 9 | — |
| — | 2244 | 37° 04' | 28° 01' | 0-3000 | 1 | — |
| — | 2264 | 37° 30' | 22° 39' | 0-3000 | 3 | — |
| — | 2269 | 37° 13' | 19° 10' | 0-3000 | 15 | — |

La larve que nous décrivons dans cette note a été recueillie par S. A. S. le Prince de Monaco dans des pêches bathypélagiques pratiquées entre 0 et 3000m de profondeur, au moyen du filet vertical à large ouverture du Dr Richard. Ainsi qu'on le voit par l'énumération des stations ci-dessus, tous les exemplaires, au nombre d'une trentaine, proviennent de régions très voisines situées dans les parages des Açores.

Ces larves ne ressemblent à aucune larve connue d'Echinodermes; et, bien plus, en ne considérant que leur forme sphéroïdale et leurs caractères extérieurs, on serait d'abord tenté de les rapporter à un tout autre groupe qu'aux Echinodermes. Fort heureusement, la présence de pédicellaires fixe immédiatement la position systématique de ces curieux organismes. Et

comme ces pédicellaires, qui sont croisés, sont identiques à ceux qu'on observe dans certaines familles d'Astéries, les Brisingidées et les Astériadées notamment, et que de tels pédicellaires ne se rencontrent nulle part ailleurs que dans ces familles, nous sommes fondés à dire que cette larve est une larve d'Astérie. Nous indiquerons plus loin les raisons qui nous permettent de la considérer comme appartenant à une forme abyssale. Les caractères absolument nouveaux et inattendus que cette larve présente lui donnent un intérêt tout à fait particulier. Nous proposons de lui attribuer le nom de *Stellosphaera mirabilis.*

La plupart des échantillons sont fortement contractés par suite de l'action de l'alcool et leur corps ratatiné apparaît

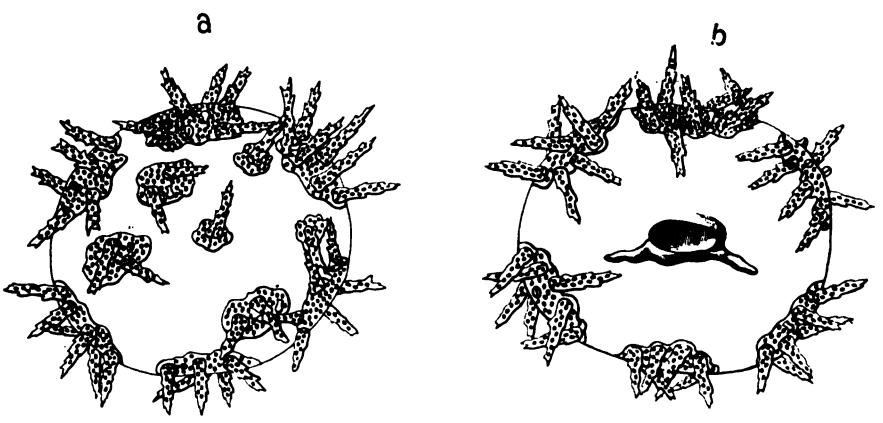



Fig. 1. — *Stellosphaera mirabilis* au premier stade de développement. *a*, face dorsale; *b*, face ventrale. Gr. = 13.

hérissé de nombreuses papilles, mais quelques-uns sont assez bien étalés pour nous permettre d'en faire une étude externe complète. Quoique ces diverses larves semblent être identiques extérieurement, nous avons pu y distinguer deux stades d'évolution que nous étudierons successivement.

*1er stade* (Fig. 1 *a*, et *b;* Fig. 2). — Dans le stade, que nous considérons comme le plus jeune, le corps est presque sphérique mais l'un des pôles, le pôle oral, au milieu duquel s'ouvre la bouche, est légèrement aplati. Le diamètre atteint environ 3mm.

La paroi est assez transparente, même après l'action de l'alcool, pour permettre d'apercevoir les principaux organes internes.

Fig. 2. — *Stellosphaera mirabilis* au premier stade de développement, vue latérale. Gr. = 13.

Le caractère extérieur le plus curieux de cette larve est la présence de nombreux corpuscules calcaires allongés en forme de piquants et réunis par groupes en certains points déterminés de la surface du corps. On distingue tout d'abord six groupes principaux de ces piquants placés à égale distance les uns des autres sur l'équateur de la larve; ces groupes donnent ainsi à la larve l'apparence d'une symétrie hexaradiée. Chaque faisceau se compose de six à huit piquants plus ou moins inclinés et s'insérant sur une plaque calcaire offrant de nombreuses perforations et à réticulum quelquefois double; parfois deux ou trois plaques se réunissent ensemble pour supporter un même groupe de piquants. En outre, les plaques supportent quelques pédicellaires croisés. Indépendamment de ces six faisceaux équatoriaux, on en distingue d'autres moins importants vers le pôle aboral; l'un de ceux-ci, composé d'un simple piquant et supporté par une petite plaque calcaire, occupe exactement le sommet de la larve. Autour de cette sorte

Fig. 3. — Piquant calcaire de *Stellosphaera*. Gr. = 150.

de plaque [illegible] se montrent cinq autres plaques placées [illegible] celles-ci sont plus petites que les plaques équatoriales et elles supportent chacune un ou deux piquants et un pédicellaire.

Les [illegible] (Fig. [illegible]) atteignent [illegible] de longueur; ils ont une base élargie et plus ou moins arrondie permettant son articulation sur la plaque calcaire tandis que l'extrémité distale s'atténue en [illegible]; leur surface présente des crêtes longitudinales portant de distance en distance quelques pointes. De nombreuses perforations se trouvent sur toute la longueur de ces piquants; vers la base, elles sont serrées et petites, tandis que celles qui s'échelonnent sur le reste du corpuscule sont de plus grande taille.

Les pédicellaires (Fig. [illegible]) sont construits suivant le type habituel des pédicellaires croisés; leurs mors offrent de

[illegible] — Pédicellaire croisé [illegible] de côté, [illegible] de face; [illegible] par la face interne.

larges orifices peu nombreux; des perforations plus petites et serrées se retrouvent vers l'extrémité de la queue. Il ne semble y avoir qu'une seule rangée de dents sur le bord des mors. La tête de ces pédicellaires, qui mesure environ [illegible] de hauteur, est portée par un court pédoncule.

Au centre de la face orale se trouve la bouche en forme d'un ovale plus ou moins déprimé, portant vers ses extrémités deux courts tentacules creux.

L'organisation interne peut être étudiée en grande partie par transparence. Sous le tégument mince, on aperçoit le tube digestif qui décrit deux tours de spire; la région faisant suite à

la bouche est assez large et elle offre deux diverticules latéraux, puis le tube digestif va s'amincissant pour venir s'ouvrir à l'extérieur par un anus légèrement déjeté de côté par rapport à la plaque centro-dorsale. La paroi de l'intestin est surtout constituée par une couche épithéliale trés épaisse dans laquelle il est impossible de saisir les limites des cellules ; la région interne se teint fortement en rouge par le carmin et renferme de nombreux noyaux, tandis que la région externe offre un protoplasma fortement vacuolisé consistant en un réticulum ayant peu d'affinité pour le carmin. Cet épithélium intestinal est doublé extérieurement par un péritoine à cellules très aplatiès et au-dessous duquel nous distinguons de fines fibres musculaires.

L'intestin est relié à la paroi du corps par des brides mésentériques recouvertes par l'endothélium et vers la région buccale certaines de ces brides sont recouvertes de cellules ciliées parfois réunies en groupes.

La paroi du corps est constituée par un épithélium cylindrique, limité extérieurement par une cuticule très mince, et dont les éléments cellulaires sont plus ou moins vacuolisés; en dessous se trouve un derme très épais et constitué de fibres entrelacées, dans le feutrage desquelles on distingue de distance en distance des noyaux. Ce derme est limité du côté interne par une couche musculaire très mince formée de fibres entrelacées et recouvertes intérieurement par le péritoine.

C'est dans l'épaisseur du derme que sont situées les plaques calcaires dont les mailles renferment de nombreux noyaux; les travées se colorent fortement en rouge par le carmin.

La paroi des tentacules buccaux creux renferme les fibres musculaires très nettes; elles forment une couche assez épaisse recouverte du côté interne par des cellules péritonéales très hautes dont l'extrémité libre et renflée s'avance dans la cavité générale. A la surface de ces tentacules, et surtout dans leur disque terminal, on observe de petit boutons hémisphériques formés d'un massif très dense de cellules épidermiques et dans lequel pénètrent des fibres. Ce sont peut-être des organes sensoriels ?

2e *Stade* (Fig. 5 *a*, *b*, et *c*). — Ce stade est caractérisé par la disparition des piquants calcaires. Les larves conservent toujours leur forme sphérique, avec une face orale légèrement aplatie et sur le pourtour de leur équateur on rencontre encore six formations régulièrement disposées; mais ces formations ne consistent plus en plaques armées de piquants : ce sont des sortes de coussinets rectangulaires supportant chacun cinq à sept tubérosités souvent disposées par paires et représentant les

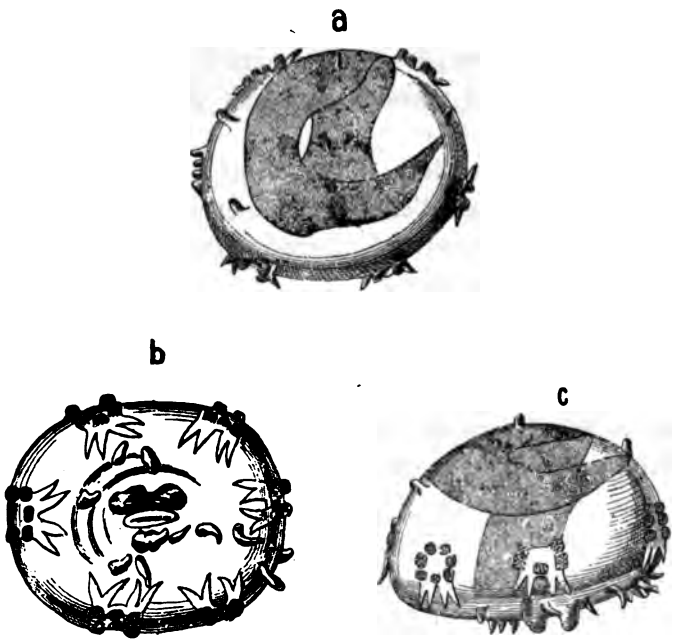



Fig. 5. — *Stellosphaera mirabilis* au deuxième stade de développement, *a*, face dorsale; *b*, face ventrale; *c*, face latérale.

restes des aspérités formées par les piquants. Sur les coupes transversales de ces aires, on retrouve encore quelques fragments de calcaire, mais celui-ci est résorbé en très grande partie.

A la base de chacun de ces coussinets, nous trouvons deux paires de digitations plus ou moins aplaties.

Les plaques calcaires du pôle aboral ont, elles aussi, disparu et l'on ne distingue plus dans cette région qu'une papille centro-dorsale entourée de cinq petites papilles placées autour d'elle

sur une même circonférence; on distingue encore dans des préparations in-toto de ces papilles quelques fragments des corpuscules calcaires.

La particularité la plus saillante que possède la larve à ce deuxième stade consiste donc en la régression des plaques calcaires du premier stade; nous n'avons pu entrer dans l'étude des processus histologiques de cette régression que l'état de conservation de nos matériaux ne nous permettait pas de faire, mais elle semble avoir lieu sur place par l'intermédiaire des cellules du derme. Quant aux pédicellaires, ils paraissent ne subir aucune modification, car nous les retrouvons, sur les larves, au deuxième stade, avec les mêmes caractères et la même dispositions qu'au premier stade.

Un autre caractère qui distingue les larves du deuxième stade, c'est l'apparition sur la face orale d'un certain nombre d'appendices qui ont vraisemblablement la valeur de pédicelles. Au voisinage de la bouche nous remarquons d'abord trois gros appendices contractés, et un peu plus loin, entre ces gros pédicelles péribuccaux et les six coussinets équatoriaux, l'on en trouve quelques autres disposés suivant deux cercles concentriques. Ces pédicelles semblent répartis suivant trois ou quatre rangées qui correspondent peut-être à des radius; même on remarque notamment entre deux coussinets une série de quatre pédicelles disposés sur deux rangées alternant l'une avec l'autre.

Tels sont les faits que nous avons pu observer.

Nous n'avons pas trouvé d'autres stades plus avancés que ceux que nous venons de décrire, mais nous avons rencontré quelques phases intermédiaires entre ces deux stades.

*
* *

Bien que nos observations sur la *Stellosphaera mirabilis* soient très incomplètes, nous pouvons cependant en tirer quelques conclusions dont l'importance n'a pas besoin d'être soulignée.

D'abord il ne peut y avoir d'hésitation sur la nature de cette larve : c'est une larve d'Astérie et la présence des pédicellaires que nous avons décrits ne permet point d'en douter. De plus,

en raison des caractères mêmes de ces pédicellaires, on peut affirmer que la larve se range dans les Forcipulidés de Perrier et appartient à l'une des cinq familles que ce groupe renferme : Brisingidées, Astériadées, Stichastéridées, Héliastéridées et Pédicellastéridées. Nous n'avons pas actuellement de documents suffisants pour préciser la famille.

Nous ne pouvons pas affirmer d'une manière absolue que notre larve appartienne à une forme abyssale puisque les pêches qui l'ont fournie ont été faites entre 3000$^{m}$ et la surface. Il y a de très grandes chances pour que les larves aient été capturées à une grande profondeur, mais on peut objecter que le filet étant resté ouvert, rien n'empêchait les animaux pélagiques superficiels d'y pénétrer. Cette hypothèse est très peu vraisemblable. Nous savons, en effet, que les larves d'Echinodermes connues jusqu'à ce jour se rencontrent à peu près exclusivement au voisinage des côtes et se montrent toujours dans les couches superficielles des eaux. Ces larves appartiennent aux formes bien connues : *Auricularia, Bipinnaria, Brachiolaria* ou *Pluteus*. La rareté des larves pélagiques d'Echinodermes en pleine mer a été notée par de nombreux observateurs et Mortensen a insisté sur ce point dans son beau travail sur les larves d'Echinodermes de l'expédition du Plankton. Il se base même sur cette rareté pour admettre que les Echinodermes abyssaux ne doivent pas avoir de larves pélagiques — il entend le mot pélagique au sens de pélagique *superficiel* — en faisant remarquer au surplus que ces larves, dont les mouvements sont très lents, seraient incapables d'effectuer un aussi long trajet que celui qui sépare de la surface les abîmes de l'océan. Or, il se trouve que notre larve a été recueillie dans une pêche bathymétrique, en pleine mer, loin des côtes, dans un filet descendu à 3000$^{m}$. On conviendra que dans ces conditions, il est bien permis d'admettre que cette larve, qui se présente avec des caractères absolument nouveaux et ne rappelant en rien ceux des larves superficielles connues, provienne effectivement d'une grande profondeur et appartienne à une Astérie abyssale; cela est infiniment vraisemblable.

Il est inutile d'insister ici sur les différences qui séparent la *Stellosphaera* des *Bipinnaria* ou autres larves d'Echinodermes.

Ces différences sautent aux yeux et elles sont si marquées que si la présence de pédicellaires ne venait pas fixer d'une manière indubitable les affinités de cette larve, on accepterait difficilement l'idée de la rapporter aux Echinodermes. Il n'y a rien de commun entre elle et les autres larves connues et les dissemblances sont si grandes qu'il n'y a pas à faire de comparaisons.

Nous noterons cependant chez la *Stellosphaera* certains caractères remarquables et qui ont peut-être une grande importance morphologique. L'un des plus saillants est fourni par la symétrie hexaradiée qui se manifeste, au premier stade que nous avons décrit, par la disposition des six groupes de plaques calcaires équatoriales et des piquants qu'elles portent; cette symétrie persiste, après la disparition des plaques et des piquants, dans les six coussinets que nous remarquons, à notre deuxième stade, au lieu et place de ces plaques.

La symétrie pentaradiée ne se manifeste que par la disposition des plaques secondaires du pôle aboral. Enfin d'autres dispositions telles que la présence de deux tentacules labiaux, la forme aplatie et non arrondie de la bouche, par exemple, montrent une orientation nettement bilatérale.

Nous trouvons donc, à la fois, dans un même organisme, des symétries hexaradiée, pentaradiée et bilatérale. Il y a là un mélange fort curieux, mais dont il ne nous paraît pas possible de tirer une conclusion. Il semble, en tout cas, que la symétrie pentaradiée soit subordonnée à la symétrie hexaradiée; cette dernière ne paraît pas constituer un caractère transitoire puisqu'après la régression des piquants calcaires, on voit se former à la place de ces dernières des coussinets sur lesquels apparaissent de nouveaux organes tels que les paires d'appendices que nous avons signalées plus haut. Peut-être la larve doit-elle donner une forme à six bras dont la symétrie s'affirme ainsi de très bonne heure.

Une autre particularité de la *Stellosphaera* sur laquelle nous désirons attirer l'attention est l'apparition hâtive de certains organes très caractéristiques des Echinodermes : nous voulons parler des pédicellaires. Il est à remarquer que les jeunes Echinodermes, tant qu'ils sont au stade larvaire, ne

possèdent pas de pédicellaires et n'acquièrent ces organes qu'au moment de leur métamorphose. Dans notre larve, les pédicellaires existent déjà au stade le plus jeune que nous connaissons, et ils ne tombent pas avec les autres organes superficiels qui disparaissent. Il n'y a peut-être pas chez notre *Stellosphaera*, une phase larvaire séparée de l'état définitif par une période de transformation pendant laquelle se forment les organes caractéristiques de l'adulte; il est possible qu'il n'y ait pas une métamorphose comparable à celle que nous sommes habitués à rencontrer chez les Echinodermes, mais une série de transformations graduelles amenant progressivement l'organisme à son état définitif.

La découverte de la *Stellosphaera mirabilis* offre donc un intérêt considérable : non seulement elle nous fait connaître une forme de larve d'Echinodermes absolument inattendue, tout à fait différente de celles que l'on connaissait jusqu'à ce jour et qui sont spéciales aux formes littorales, mais encore elle jette un jour nouveau sur l'histoire des Echinodermes abyssaux puisqu'elle nous prouve que certains d'entre eux, au moins, peuvent se développer aux dépens de larves. Cette constation a d'autant plus d'importance que nos connaissances sur le développement de ces formes abyssales étaient absolument nulles jusqu'à ce jour.

Nous regrettons bien vivement que les échantillons recueillis par la *Princesse-Alice* ne nous aient pas montré d'autres phases de développement de la *Stellosphaera* et on peut espérer que de futures explorations rapporteront des matériaux qui permettront de compléter nos observations. La capture d'animaux pélagiques vivant à de grandes profondeurs est rendue possible grâce aux engins perfectionnés que l'on possède maintenant et la découverte d'une forme aussi curieuse que la *Stellophaera* montre bien toute l'importance des pêches bathypélagiques.

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
N° 65. — 22 Février 1906.

# Cours d'Océanographie

## Fondé à Paris par S. A. S. le PRINCE DE MONACO

*(Deuxième Année)*

**Conférence du 25 Novembre 1905**

## *Les îles coralliennes de la Polynésie. Structure. Mode de formation. Faune et Flore.*

par L. G. SEURAT
Chargé de Mission en Océanie.

MESDAMES, MESSIEURS,

Mes premières paroles doivent s'adresser à S. A. S. le Prince de Monaco, qui a bien voulu me faire l'honneur de m'autoriser à exposer devant vous les résultats auxquels m'ont conduit trois années d'études, poursuivies dans l'archipel des Gambier et dans celui des Tuamotu, relativement à la question si passionnante pour l'avenir de nos colonies du Pacifique, des conditions de développement et de reproduction des Huîtres perlières.

Vous n'ignorez pas, en effet, que la nacre et les perles constituent l'industrie vitale de notre colonie de Tahiti. En 1901, le gouvernement local, désireux d'établir les bases d'une réglementation méthodique des pêcheries, m'a confié une mission dans ces îles. Parti de France en 1902, par la voie d'Australie, j'arrivais à Tahiti le 2 mai après soixante-huit jours de voyage. Actuellement, cette voie est abandonnée et les personnes qui

vont dans ces îles lointaines suivent la voie d'Amérique ; grâce à l'établissement d'un service de bateaux à vapeur de San Francisco à Papeete, on peut effectuer le voyage de Paris à Tahiti en 27 jours au maximum.

Tahiti. — L'île de Tahiti est relativement petite ; elle a la forme d'une gourde et comprend une grande île et une presqu'île plus petite, réunies par l'isthme de Taravao qui n'a pas plus de deux kilomètres de largeur. Bien que l'île proprement dite n'ait guère que cent vingt kilomètres de circonférence et trente-cinq kilomètres de diamètre, on y observe des sommets dont l'altitude dépasse 2000$^{m}$, l'Aorai (2065$^{m}$) et l'Orohena (2232$^{m}$), et, par conséquent, ces montagnes sont extrêmement escarpées ; l'île est coupée du nord au sud, dans la plus grande partie de sa longueur, par la profonde vallée de Papenoo, qui est la plus importante.

Tahiti jouit d'un climat incomparable, qui a été vanté par tous les voyageurs qui l'ont visitée ; la température moyenne de l'année est de 25° centigrades, les températures extrêmes 18° et 36°.

Le climat incomparable, la beauté des sites de cette île ont été célébrés à l'envi par tous les navigateurs qui y ont abordé, Wallis, Bougainville, qui lui donna le nom de Nouvelle Cythère, Cook et tant d'autres.

D'autre part, la position géographique de toutes nos possessions de la Polynésie et de Tahiti, en particulier, les appelle à un avenir économique très brillant, après le percement du canal de Panama.

Les Tahitiens sont d'une beauté remarquable : le visage est très régulier, les cheveux noirs, rarement crêpus, le nez à peine épaté, les lèvres épaisses ; ils sont très doux et très hospitaliers. Les hommes et surtout les femmes, portent des fleurs sur l'oreille, en guise d'ornement, et quelquefois une couronne de feuilles ou de coquillages ; le vêtement des hommes est constitué par un pagne en cotonnade, qui entoure les reins, complété par une chemise ou un tricot ; les femmes portent une longue robe sans taille, une chemise et un pareu.

La nourriture des indigènes est constituée essentiellement par le poisson et les fruits de l'arbre à pain ; ce dernier arbre

abonde à Tahiti et donne des fruits dont la grosseur atteint celle de la tête d'un enfant ; ces fruits sont grattés à l'aide d'une coquille de tonne *(Dolium perdix* L.*)* ou de cyprée, usée à son extrémité, et mis à cuire sur des pierres chaudes. Les bananes sauvages ou *fei (Musa fei* Bertero*)* sont également très recherchées par les indigènes pour leur nourriture.

Les Maoris étaient tous tatoués, à l'arrivée des Européens ; cette coutume a presque entièrement disparu aujourd'hui, sauf dans l'archipel des Marquises. Les dessins tatoués sur le corps des Marquisiens sont généralement les mêmes que ceux qui sont gravés sur leurs armes ou leurs pagaies ; ce sont des signes de noblesse.

Les indigènes de Tahiti passent leur temps à la pêche, ou dans leurs plantations ; l'occupation favorite des femmes est de tresser des pailles pour en faire des chapeaux pour leurs maris et amis.

Les Tahitiens habitent des cases en bambou, recouvertes de feuilles de pandanus arrangées en bardeaux ; ils ont toutefois des maisons à l'européenne, construites en planches, et qu'ils réservent pour donner l'hospitalité aux Européens de passage.

Les îles Tahiti et Moorea sa voisine, sont les plus importantes, pour la superficie, de nos possessions océaniennes, et le siège du Gouvernement ; toutefois, elles n'ont, en elles-mêmes, qu'une importance économique très faible et en particulier l'industrie de la pêche de l'huître perlière n'y est pas pratiquée, étant l'apanage exclusif des îles Tuamotu et Gambier.

C'est donc vers ces deux archipels qu'il faut maintenant nous diriger, par une des goélettes qui font le service en quinze jours environ.

Les îles Tuamotu, au contraire de celles que nous venons de quitter, sont des îlots très bas, à peine élevés au-dessus du niveau de la mer ; chacune d'elles est constituée essentiellement par une couronne très étroite, présentant de place en place des bouquets de végétation, entourant un lac central, appelé *lagon*, qui communique avec la haute mer par les nombreux bras de mer qui interrompent la continuité de la bande de terre annulaire. L'île est protégée à l'extérieur par un récif, découvert à marée basse, sur le bord duquel la mer vient déferler avec violence.

Ces îles, appelées *atolls*, si différentes des îles volcaniques, ne se rencontrent que dans l'océan Indien et dans l'océan Pacifique; leur structure si spéciale mérite donc d'être étudiée plus en détail.

Iles Tuamotu. — L'archipel des Tuamotu comprend 80 îles réparties sur un espace plus grand que la France, mesurant 1500 kilomètres de longueur sur 1000 de largeur; la distance des îles entre elles est variable : quelquefois elles sont visibles de l'une à l'autre, souvent la distance de deux îles dépasse cent milles. La navigation est très difficile dans cet archipel, les îles n'étant guère visibles, du pont du navire, à plus de huit milles; aussi Bougainville a-t-il laissé aux Tuamotu le nom d'*archipel dangereux*.

Toutes les Tuamotu, sauf Makatea, ont le même aspect, la même constitution et la même structure; par suite la description de l'une d'entre elles s'applique à toutes les autres.

Une île Tuamotu est formée d'une bande de terre dont la largeur est d'environ cinq cents mètres, annulaire ou en forme de fer à cheval, limitant une mer intérieure ou lagon; la profondeur, en haute mer, dépasse 2000$^{m}$; dans le lagon, elle atteint rarement cinquante mètres. La bande de terre est, en réalité, formée d'une suite d'îlots boisés très étroits et plus ou moins allongés, séparés par des chenaux peu profonds; il y a souvent plusieurs centaines de ces îlots ou *motus* dans une même île; les chenaux sont généralement très peu profonds et ne peuvent livrer passage à une embarcation; dans certains cas il existe de véritables bras de mer très profonds coupant la bande de terre, et permettant, comme c'est le cas à Fakarava, l'entrée dans le lagon des navires du plus fort tonnage.

L'île est protégée, du côté de l'océan, par une table de récifs, de 200 à 300$^{m}$ de largeur, généralement découverte à marée basse (1). Dans les îles sans passe, la baleinière doit venir échouer sur ce récif, amenée par les lames qui viennent y déferler; cette façon d'accoster est très dangereuse, car il arrive que la baleinière chavire ou se brise sur le bord du plateau. Le

(1) Exceptionnellement, dans quelques iles, la plate-forme littorale très étroite atteint 2 à 3$^{m}$ : ce cas est réalisé à Hikueru et à Marokau, sur la côte est.

bord externe du récif extérieur, généralement un peu surélevé est vivement coloré en rose par des nullipores; de place en place, on observe des massifs de madrépores morts en place, déchiquetés par les lames et noircis sous l'action du soleil.

La profondeur ne tombe pas brusquement, au large du récif extérieur : au-delà s'étend, sur une largeur d'environ 50$^{m}$, une zone où prospèrent les coraux, et dont la profondeur n'excède pas dix brasses. Ce n'est qu'à l'extrémité de cette zone que la profondeur s'abaisse brusquement.

On accède à l'îlot par une pente presque verticale, formée d'une accumulation sans ordre de blocs de coraux, de madrépores et de débris de coquilles, qui de loin ressemble à un mur; par places, la pente est formée de sable corallien.

Le sol de l'îlot est uniquement formé de débris de coraux, de sable corallien et de coquilles marines brisées; par places, ce sont de gros blocs de madrépores entassés sans ordre, sur

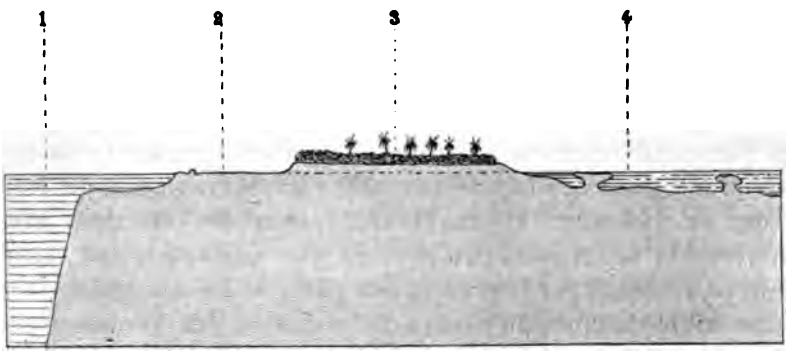



Fig. 1. — Coupe d'un îlot corallien. 1, océan; 2, récif; 3, motu; 4, lagon.

lesquels la marche est très pénible, car il faut escalader un à un tous ces blocs; ailleurs, le sable corallien domine; dans certaines îles, le sol est presque uniquement formé de sable à Foraminifères (Amphistégines et Orbitolites). Le sol du motu n'est guère à plus de 3$^{m}$ au-dessus du niveau de la mer; sa largeur, qui est d'environ 500$^{m}$, atteint exceptionnellement un kilomètre dans certains atolls (Fakahina, Pukapuka), et par conséquent, la partie habitable est très restreinte.

Une des particularités les plus saillantes des Tuamotu est l'absence de rivière et de sources, en sorte que l'existence

matérielle y est très pénible. Les rares Européens qui y habitent captent et conservent l'eau de pluie dans des réservoirs en tôle ; les indigènes se procurent une eau à peine saumâtre, qui suffit à leurs usages domestiques, en creusant dans le sol un puits d'environ $1^{m}50$ : le sol, formé de sable corallien blanc, réfléchit la chaleur sans l'absorber, en sorte que l'eau de pluie s'infiltre dans le sol et y séjourne à une faible profondeur.

La réverbération de la lumière solaire sur le sable blanc fatigue beaucoup les yeux et oblige à porter des verres colorés.

La végétation qui s'est établie sur ces îles est très pauvre et très spéciale et les ressources alimentaires tirées du règne végétal sont à peu près nulles ; aucun légume ne peut y pousser et l'Européen est réduit à se nourrir presque exclusivement de poisson et de conserves. On a comparé très justement l'existence aux Tuamotu à l'existence sur un bateau.

Lagon. — La pente qui mène de l'îlot au rivage du lagon ou lac qui occupe la partie centrale de l'île est généralement moins escarpée que la pente extérieure, et formée d'éléments plus fins, sable calcaire et débris de coquilles ; dans certaines îles, en particulier à Fakahina, elle est formée uniquement, par places, de valves de *Cardium fragrum* L. ou de Tridacnes. Les dimensions des lagons sont très variables et ceux de Rangiroa, de Fakarava et de Makemo sont de véritables mers intérieures ; la profondeur n'y est pas uniforme, ces lagons étant caractérisés par la présence de pâtés de coraux, qui arrivent à une faible distance du niveau de la mer ou même découvrent à mer basse ; la navigation est rendue très difficile à cause de ces pâtés. Dans quelques îles, en particulier à Fakahina, on observe de véritables îles couvertes de végétation, çà et là, dans le lagon. Il y a une tendance manifeste au comblement de ces lagons, par l'apport de sable corallien.

Le lac communique avec la haute mer par des passes, ou des chenaux peu profonds, et par suite ce lac est soumis au jeu des marées et il se produit, dans les passes et les bras de mer un courant sortant très violent quand la mer baisse, un courant rentrant très violent quand la mer monte ; la violence du courant dans les passes est telle qu'un vapeur pouvant donner douze nœuds à l'heure n'a pu franchir la passe de Hao au moment du courant sortant. Les goélettes attendent, pour entrer, le courant rentrant, et pour sortir, le courant sortant.

Les marées ordinaires ne dépassent guère 80 centimètres; toutefois des raz-de-marée se produisent assez fréquemment, pendant la saison chaude, de janvier à mars, et occasionnent quelquefois des dégâts importants sur ces îles basses, qui ne présentent aucun refuge. Les raz-de-marée de 1878 et de janvier 1903 sont restés tristement célèbres; en 1903, la mer balaya complètement les îles centrales de l'archipel, amenant des blocs de coraux et des cailloux arrachés au récif extérieur; il ne reste absolument rien du village d'Hikueru, composé de nombreuses maisons en pierre; la plupart des cocotiers furent arrachés et de nombreuses personnes trouvèrent la mort dans cette catastrophe.

L'archipel des Tuamotu présente une grande uniformité de structure, en sorte que la description de l'une des îles s'applique à toutes les autres; toutefois, une île de cet archipel, Makatea, se distingue par son altitude, qui atteint 70$^{m}$, et des falaises verticales inaccessibles; le village est établi au nord, sur une plage de sable corallien qui s'étend au bas de ces falaises.

Quand on gravit la falaise par le sentier qui existe au village, on est très étonné de trouver, occupant la région centrale de l'île, une dépression, sorte de lac desséché, avec des coraux en place identiques à ceux que l'on trouve vivants dans les lagons. L'île Makatea se présente comme une île Tuamotu qui a été portée, par un soulèvement régulier, à une altitude de 70$^{m}$.

Organismes coralligènes. — Les îles coralliennes sont constituées par des calcaires qui sont le résultat de l'activité des organismes coralligènes.

Les Coralliaires sont les animaux qui jouent le plus grand rôle dans l'édification des récifs; les plus abondants, aux Tuamotu, sont les *Pavonia*, les *Porites*, les Madrépores, les Montipores et les Fungies. Les Hydrocoralliaires et surtout les Millépores jouent également un grand rôle. Les Algues calcaires, en particulier les Nullipores, les Halimèdes et les Corallines ont une place importante dans la formation des atolls.

Les organismes coralligènes ne peuvent édifier des récifs que dans les régions où la température moyenne de l'eau de la mer ne s'abaisse pas au-dessous de 20° C. et la profondeur n'excède pas 37 mètres.

Passage de la structure des iles basses a celle des iles hautes. — Il semble, à priori, qu'il y ait une différence absolument tranchée entre la structure si spéciale des îles Tuamotu, et celle des îles volcaniques, Tahiti et Moorea. Cependant, on peut trouver, dans les établissements français de l'Océanie, tous les intermédiaires entre ces deux types de structure, si différents au premier abord.

Si l'on jette les yeux sur une carte de l'archipel des Gambier, on y retrouve des îles volcaniques semblables aux îles Tahiti et Moorea, et caractérisées par des reliefs très accusés, aux pentes escarpées, verticales en certaines places; ces îles volcaniques sont entourées, à l'est, au nord et à l'ouest, d'une ceinture de petits îlots très bas, séparés les uns des autres par des chenaux, tout à fait semblables aux *motus* des îles Tuamotu; il y a la plus grande similitude, même dans les moindres détails, entre la structure de ces îles basses de l'archipel des Gambier et celle des iles Tuamotu, en sorte que les deux types d'îles, îles volcaniques et îles coralliennes sont réalisés aux Gambier.

Les mêmes conditions se retrouvent dans l'archipel des Iles sous le Vent, et dans ces dernières, on assiste à la disparition progressive des pics volcaniques : dans l'île Maiao (ou Tubuai-Manu), située à 40 milles à l'ouest de Moorea, la partie volcanique centrale est réduite à deux collines dont la plus élevée a environ 50$^{m}$ d'altitude. Les pics volcaniques ont disparu, par suite des phénomènes de dénudation, dans l'île Motu-iti, située près de Borabora, ne laissant place qu'à une plate forme peu profonde, entourée par une couronne d'îles basses.

Origine des iles de la Polynésie. — Nous arrivons à la question, discutée depuis longtemps, de l'âge de l'océan Pacifique. Le Pacifique est-il, comme certains l'ont admis, un océan très ancien, les îles actuelles indiquant un continent en voie de formation ou bien comme on l'a soutenu récemment, le Pacifique est-il au contraire, un océan récent, établi sur les débris d'un continent qui se serait effondré et dont les îles actuelles seraient les vestiges!

La seconde hypothèse a paru prévaloir, dans ces dernières années, grâce aux travaux de von Jhering et d'Hutton; le premier admet l'existence d'un ancien continent, l'*Archiplata*, s'étendant sur l'emplacement de l'Amérique du Sud, de la Nouvelle-Zélande, de l'Australie et d'une partie du Pacifique actuel; ce

continent se serait morcelé graduellement, les îles polynésiennes, puis la Nouvelle-Zélande en étant séparées les premières, la Nouvelle-Guinée et l'Australie s'en détachant les dernières; les îles de la Polynésie auraient disparu entièrement sous les flots, les îles actuelles étant le résultat des phénomènes volcaniques qui ont accompagné ces bouleversements (1).

Les îles volcaniques de la Polynésie, et en particulier l'île Tahiti étaient considérées, jusque dans ces derniers temps, comme uniquement formées de roches basaltiques récentes; c'est ce qu'avaient constaté les nombreuses expéditions scientifiques qui ont visité cette île.

La série pétrographique que nous avons rencontrée au fond de la vallée de Papenoo, profonde coupure du nord au sud dans l'île Tahiti, change totalement cette manière de voir; cette série ressemble, jusqu'en ses moindres détails, à celle qui a été trouvée à Madagascar. Elle comprend parmi les roches grenues, des syénites néphéliniques, des monzonites néphéliniques, des gabbros néphéliniques et des roches à grain très fin et plus ou moins microlithiques, camptonites, monchiquites, tinguaïtes; les roches dominantes sont les monzonites néphéliniques.

La présence de ces roches anciennes permet d'affirmer l'existence de l'ancien continent Pacifique, sur l'emplacement des îles actuelles de la Polynésie; les coulées basaltiques qui forment la presque totalité des îles polynésiennes ont recouvert complètement, sauf au centre de l'île Tahiti, les vestiges de cet ancien continent.

Origine des iles coralliennes. — La première hypothèse relative à l'origine des îles coralliennes est que ces îles se seraient élevées, grâce à l'activité des organismes coralligènes, sur d'immenses cratères submergés. Cette théorie a été rapidement abandonnée; elle suppose en effet des dimensions extraordinaires pour les cratères, certaines îles Tuamotu atteignant en effet plus de 70 kilomètres de longueur, dimensions tout-à-fait inadmissibles.

Théorie de Darwin. — Le point de départ de cette théorie

(1) Hutton (F. W.). Proced. Linn. Soc. N. S. Wales, vol. 21, p. 36-47. 1896.

est la grande épaisseur des atolls, qui est bien supérieure à la profondeur de $37^m$ au delà de laquelle les formations coralliennes ne se développent pas. La sonde ramène, en effet, à plusieurs centaines de mètres de profondeur, une roche identique à celle qui forme le corps du récif; donc si cette roche est bien en place, elle n'a pu être amenée dans la situation qu'elle occupe que par un affaissement du sol, assez lent pour maintenir toujours le sommet de l'édifice corallien en voie d'accroissement dans le voisinage de la surface de l'océan.

Darwin imagine une île volcanique en voie d'affaissement lent, autour de laquelle les organismes coralligènes vont édifier un récif barrière, qui s'éloignera de plus en plus du massif volcanique autour duquel il s'est développé à mesure que ce massif va s'affaiser. L'affaissement se continuant, le massif volcanique finit par disparaître entièrement; à ce moment l'édifice corallien est arrivé à l'état d'atoll.

D'après ce naturaliste, et pour employer son expression, les atolls seraient les monuments funéraires marquant l'emplacement d'anciennes îles englouties.

Théories actuelles. — L'hypothèse de Darwin est très séduisante, en ce sens qu'elle permet d'expliquer très complètement toutes les formes d'îles coralliennes; appuyée par l'autorité de Dana, elle est restée admise presque sans opposition, jusqu'à la publication du mémoire de J. Murray, à la suite de la mémorable croisière du *Challenger*.

Murray n'a trouvé aucun indice d'affaissement des îles du Pacifique. Il a étudié la structure du versant extérieur du récif barrière de Tahiti et a vu que Darwin avait exagéré la raideur du versant extérieur des atolls. La partie vivante, abrupte du récif s'étend jusqu'à une profondeur de $60^m$; au delà, on observe un talus formé d'une accumulation de gros blocs coralliens et qui descend jusqu'à $250^m$; plus loin, le fond est formé de sable corallien et enfin, à une distance de $400^m$ du bord du récif extérieur, on trouve un fond de débris volcaniques.

Murray pense qu'on peut expliquer la formation des récifs coralliens par les phénomènes actuels, sans faire intervenir l'hypothèse d'un affaissement ou d'un exhaussement du fond de la mer. D'après ce savant, c'est l'activité volcanique qui, seule a fait surgir, au sein des mers à récifs, les inégalités qu'on y

observe. Tandis que les unes ont pu se maintenir au-dessus du niveau de la mer en formant des îles volcaniques, d'autres, battues par les flots, se réduisaient à des plates-formes immergées, rasées à la profondeur qui marque la limite de l'action mécanique des vagues et qui, justement coïncide à peu près avec la limite bathymétrique des organismes coralligènes; d'autres, arrêtées à une assez grande distance de la surface, se sont exhaussées peu à peu par des dépôts calcaires d'origine organique et ont pu arriver jusqu'à la zone des coraux. Sur ces massifs immergés, les coraux ont édifié des récifs, le bord externe de ceux-ci se développant plus vite que le reste, à cause de la plus grande abondance de nourriture, amenée par les courants, pour les organismes coralligènes. Il arrive un moment où le récif corallien atteint le niveau de la basse mer; à ce moment, il est attaqué par les lames, qui dégradent ses bords et rejettent les blocs arrachés sur la plate-forme, laquelle se trouve jonchée de gros blocs et de menus débris, dont l'entassement finit par

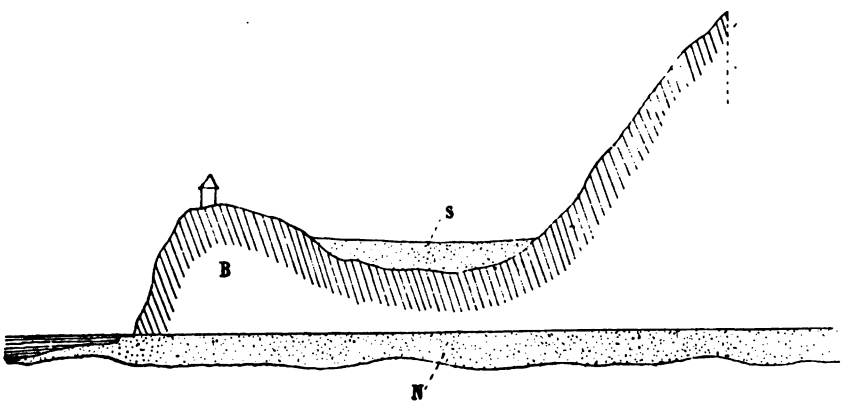



Fig. 2. — Pointe sud-ouest d'Aukena.

dépasser le niveau de la haute mer. Les chenaux qui interrompent les récifs, et le lagon ou lac central résultent, en grande partie, d'une action dissolvante exercée, sur les éléments calcaires du récif, par l'eau très riche en acide carbonique dissous que les marées y entraînent sans cesse.

La théorie de Murray est insuffisante à expliquer la formation des atolls; elle doit être complétée par la notion de

l'exhaussement général de toutes les îles du Pacifique, mise en avant par Agassiz et dont nous avons pu vérifier l'exactitude.

L'exhaussement des îles est très facile à mettre en évidence, aussi bien pour les îles basses que pour les îles hautes : l'examen de la pointe sud-ouest de l'île Aukena (archipel des Gambier) est des plus instructives à ce sujet : on y trouve (Fig. 2) du sable corallien fossilifère (S), reposant sur le basalte (B), et situé à $3^m$ environ au-dessus du niveau de la mer; les coquilles fossiles que l'on trouve dans ce sable corallien appartiennent à des espèces que l'on trouve actuellement vivantes dans la zone littorale (N). L'existence de ce sable fossilifère montre que la pointe sud-ouest d'Aukena, occupée par un belvédère, formait autrefois un îlot séparé du reste de l'île par un chenal très peu profond.

Dans toutes les îles volcaniques de l'archipel des Gambier, à Tahiti et à Moorea, le même sable fossilifère forme la zone côtière, recouverte de terre végétale, s'étendant depuis le littoral jusqu'aux flancs des montagnes.

D'autre part, en ce qui concerne les atolls, les tables de récifs avec des bouquets de Madrépores morts en place, les entablements de coraux qui protègent les pentes des îlots, soit du côté de la haute mer, soit du côté du lagon, les massifs coralliens émergés, encore en place sur certains pâtés à l'intérieur du lagon, contenant dans leurs anfractuosités des coquilles semblables à celles qui vivent actuellement dans les lagons, sur les flancs de ces pâtés, attestent de la façon la plus évidente un exhaussement général ; la plupart des îles basses se sont élevées de quelques mètres, l'île Makatea, au contraire s'est élevée d'environ $70^m$. L'exhaussement des atolls a eu pour effet de mettre la partie la plus élevée du récif à l'abri des attaques de la mer extérieure; l'introduction de la végétation a donné alors à ces îles leur physionomie actuelle.

Les îles basses sont postérieures aux îles hautes; la période de formation des récifs coralliens, jusqu'à leur arrivée au niveau de la basse mer, correspond à la période pendant laquelle se sont déposés les sables fossilifères qui forment le soubassement de la zone littorale des îles volcaniques.

Flore des iles Tuamotu. — Les îles Tuamotu, vues du large, paraissent avoir une végétation très luxuriante; généralement on y observe des cocotiers, séparés par un fourré très serré de petits arbustes.

L'impression change totalement quand on aborde ces îles; on reconnaît alors que la végétation qui s'est établie sur ce sol formé de blocs de madrépores et de sable corallien est très pauvre et très spéciale. On n'y trouve ni l'arbre à pain, si caractéristique des îles hautes, ni les plantes alimentaires des Tahitiens, bananier, taro (*Colocasia esculenta*), manioc.

Le cocotier, qui exige un sol calcaire imprégné d'eau salée, trouve ces conditions réalisées au plus haut point dans les îles Tuamotu, où il prospère d'une façon remarquable; la culture de cet arbre, non seulement donne aux indigènes une ressource alimentaire très précieuse, mais encore donne lieu à un commerce très important. L'amande de la noix de coco, séchée au soleil, donne une matière grasse, le *coprah*, qui est utilisé en Europe pour la fabrication des savons; l'exportation du coprah est actuellement une des principales ressources de la colonie :

en 1904, il a été exporté de Tahiti 5.616 tonnes de coprah, représentant une valeur de 1.684.825 francs ;

en 1903, l'exportation avait atteint 8.377 tonnes, représentant une valeur de 2.185.515 francs.

Les îles Tuamotu ne sont pas toutes également riches en plantations de cocotiers; la plus riche, à cet égard, est la petite île de Fakahina, qui produit à elle seule une moyenne de 200 tonnes de coprah par an. Le développement de ces plantations permet de fonder les plus brillantes espérances sur l'avenir économique des îles Tuamotu.

La flore de ces îles comprend un petit nombre d'arbres, parmi lesquels deux Borraginées, le *Tournefortia argentea* L. et le *Cordia subcordata;* un arbre de très haute taille, le *Pisonia umbellifera;* une Rubiacée, le *Guettarda speciosa*. Le *Calophyllum inophyllum* et l'*Hibiscus tiliaceus* sont rares aux Tuamotu; les arbustes les plus caractéristiques de la végétation des atolls sont le *Suriana maritima* L., le *Pemphis acidula* Forster et le Pandanus (*Pandanus tectorius* Sol.). Le *mikimiki (Pemphis acidula)* pousse dans les endroits les plus arides, sur les tables de madrépores morts ou au milieu des gros blocs coralliens entassés sans ordre; on peut dire que c'est le premier artisan de l'introduction de la végétation sur ces îles. Le Pandanus est l'arbre par excellence des Tuamotu; les habitants des îles les plus pauvres de l'archipel mangent les graines de cet arbuste; ses feuilles servent à couvrir les cases, et à confectionner des

nattes et des chapeaux; c'est dans un fragment de feuille de Pandanus que les indigènes enveloppent leur tabac pour faire les cigarettes qui passent de bouche en bouche.

La flore des atolls polynésiens comprend en outre quelques herbes, parmi lesquelles le pourpier *(Portulaca oleracea)*; cette plante peut être accommodée en salade et les habitants de certaines îles, en particulier ceux de Napuka, mangent sa racine cuite à l'eau.

Dans quelques atolls, la décomposition sur place des grands arbres a eu pour effet de former une couche d'humus, qui peut atteindre plusieurs décimètres d'épaisseur, et qui donne à ces îles une fertilité plus grande.

La flore de l'île Makatea est la même que celle des îles hautes.

La végétation des îles Tuamotu est une végétation introduite; les graines des plantes qu'on y rencontre ont été charriées par les courants marins, par le vent ou amenées par les oiseaux de mer.

Faune des Tuamotu. — La faune terrestre des îles coralliennes est extrêmement pauvre; les deux seuls mammifères qui y existaient lors de l'arrivée des Européens, le rat maori *(Mus exulans* Peale) et le porc ont été amenés par les indigènes eux-mêmes, lors de leurs migrations; les Maoris, lorsqu'ils voyageaient sur leurs grandes pirogues doubles pouvant contenir trente à quarante personnes, avaient, en effet, l'habitude d'emmener avec eux un certain nombre d'animaux et de plantes des régions qu'ils quittaient (1).

La caractéristique de la faune terrestre des îles de la Polynésie est l'abondance des oiseaux et des cénobites ou bernard-l'hermite terrestres. La plupart des oiseaux sont des oiseaux de mer grands voiliers, dont l'aire de distribution géographique est très vaste : paille-en-queue, frégate, courlis, sternes, fous etc.; dans certaines îles inhabitées, Pukapuka, Marutea du sud, etc., ces animaux sont d'une abondance extraordinaire. Les oiseaux les plus curieux de la faune des îles coralliennes sont les pigeons verts *(Ptilinopus coralensis* Peale) et les pigeons noirs, à plumage à reflets métalliques *(Phlegoenas pectoralis* Peale).

(1) Les Maoris, venus de Célèbes, leur patrie d'origine, ont peuplé les îles de la Polynésie par des migrations successives.

La faune de la Polynésie orientale est remarquable par l'absence des serpents terrestres, des batraciens et des vrais lézards; les seuls gastéropodes terrestres des îles Tuamotu sont les hélicines, qui ne se rencontrent d'ailleurs pas dans toutes les îles.

Les cénobites sont d'une abondance extrême dans tous les atolls; elles logent généralement leur abdomen dans une coquille de *Turbo setosus* Gmelin et se rencontrent aux environs de toutes les cases, à la recherche des débris organiques dont elles font leur nourriture. Dans beaucoup d'îles, on rencontre le crabe des cocotiers *(Birgus latro* L.), crustacé énorme qui vit dans des terriers établis au pied des arbres ou sous une grosse pierre; les indigènes, très friands de sa chair, le capturent avec les plus grandes précautions, car les pinces de cet animal sont très redoutables.

Les insectes de la Polynésie sont des formes importées; les moustiques et les mouches domestiques pullulent dans toutes les îles.

Faune marine.— La faune marine est également très pauvre; elle est riche en individus, mais très peu variée; certains groupes sont à peine représentés. En outre les formes de mollusques, de crustacés et de poissons que l'on rencontre dans ces mers ne sont pas spéciales, mais se retrouvent dans d'autres régions, en particulier dans la mer Rouge et la région indo-pacifique.

On a constaté qu'à mesure qu'on s'éloigne des grands continents qui se trouvent dans la partie occidentale du Pacifique, en allant vers l'est, les faunes marines s'appauvrissent; c'est ainsi que d'après les données de Garrett, les Cônes (Gastropodes) qui sont représentés aux Fidji par 68 espèces, n'en présentent plus que 38 aux îles Tuamotu; la famille des Mitridés qui est représentée par 117 espèces aux Fidji, en compte 86 à Tahiti et 75 aux îles Tuamotu.

On observe d'ailleurs que les formes qui sont le mieux représentées dans les mers de la Polynésie orientale sont celles dont les larves possèdent, au plus haut degré le pouvoir migrateur; certaines formes à œufs lourds, telles que le nautile, qui est si commun en Nouvelle-Calédonie, font complètement défaut dans ces îles de la Polynésie.

Toutes ces particularités sur la faune marine de la Polynésie

orientale indiquent un peuplement récent, par voie de migration des espèces de l'ouest vers l'est; la pauvreté de cette faune est due à l'éloignement des grands continents.

Les îles coralliennes du Pacifique nous montrent comment l'activité des organismes coralligènes, combinée à l'activité volcanique, contribue à la formation d'un nouveau continent.

Les lagons de ces îles constituent des parcs naturels pour l'élevage des huîtres perlières et c'est de cette question de la pêche de l'huître perlière et du mode de formation des perles, dont nous aurons à nous occuper dans notre prochaine conférence, qui aura lieu le 24 mars 1906.

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
N° 66. — 12 Mars 1906

# Cours d'Océanographie

## Fondé à Paris par S. A. S. le PRINCE DE MONACO

*(Deuxième Année)*

**Conférence du 23 Décembre 1905**

## *Les Cœlentérés*

par L. JOUBIN
Professeur au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris.

MESDAMES, MESSIEURS,

C'est une entreprise bien téméraire que celle dont je me suis chargé ce soir.

Le programme comporte ce simple mot : *les Cœlentérés;* mais sous cette apparence modeste il est tellement vaste que je dois à l'avance m'excuser de n'en traiter qu'une partie.

Je vais être en effet obligé de laisser de côté plusieurs sections de cette grande famille, cependant intéressantes, faute de temps pour vous en parler.

J'espère que les zoologistes qui me font l'honneur de m'écouter me pardonneront ces lacunes; connaissant les Cœlentérés ils comprendront mieux que personne la nécessité où je me trouve de pratiquer des coupes sombres.

Il n'est peut-être pas de classe du règne animal où la variété des types, la complication des associations d'individus, la beauté

des formes, soient plus grandes. En outre les familles qui la composent sont, pour la plupart, si différentes entre elles que, pour des yeux non prévenus, le fil conducteur qui les réunit n'apparaît en aucun point.

L'aspect spécial sous lequel je dois vous présenter la question, c'est-à-dire le point de vue océanographique, me permettra de la simplifier en écartant résolument tout ce qui n'est que zoologie pure, recherche des affinités des familles entre elles, ou justification de certains rapprochements.

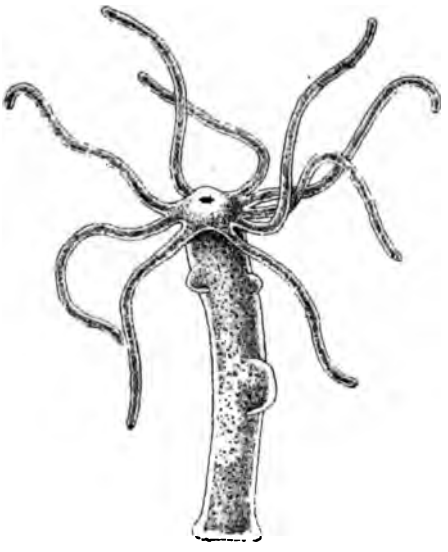


Fig. 1. — Hydre d'eau douce très grossie.

Sous ce nom de Cœlentérés, un peu rébarbatif, se cachent des animaux que chacun a vus et dont il me suffira de vous citer quelques uns pour éveiller une première idée d'ensemble de la famille : les Anémones de mer ou Actinies, le Corail, les Coraux, les Madrépores, les Hydres, les Méduses, les Béroés.

Toutes ces bêtes, et bien d'autres, sont des Cœlentérés.

Ces animaux ont des représentants sous toutes les latitudes, à toutes les profondeurs de la mer, ils sont donc extrêmement répandus dans les Océans et leur importance en Océanographie biologique est très grande ; certains d'entre eux jouent un rôle capital dans la construction des futurs continents de notre globe.

Toutes les formes des Cœlentérés se rattachent à un plan fondamental qui est très simple. Je vais vous le résumer, le schématiser en quelques mots, en vous prévenant dès maintenant que ce schéma est à peu près réalisé dans la nature sous les espèces d'un petit animal connu de tout le monde, l'*hydre d'eau douce* (Fig. 1), et, à un degré un peu supérieur, par

Fig. 2. — *Cladocarpus sigma* Allman. Grandeur naturelle. Pris par 135 à 150m de profondeur.

certains Alcyonaires très simples dont je vous parlerai ensuite.

Supposez donc un petit sac percé d'une seule ouverture que nous nommerons la bouche, bien qu'elle serve indifféremment à l'entrée des aliments ou à la sortie de leurs déchets et qu'elle remplisse encore d'autres fonctions. Autour de la bouche s'élève une couronne de tentacules.

Le sac et les tentacules sont creux, et leur parois sont simplement formées de deux couches de cellules dont la plus interne est préposée à la fonction digestive tandis que la couche

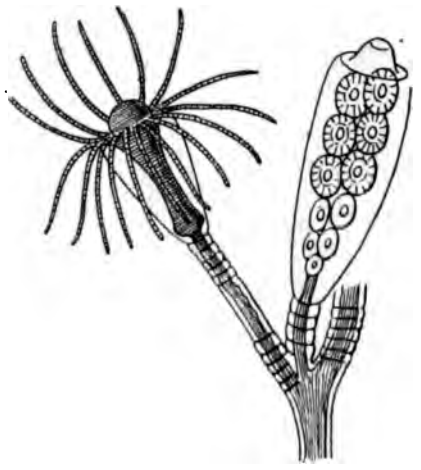


Fig. 3. — *Obelia commissuralis*. Fragment de la colonie très grossi. D'après A. Agassiz.

cellulaire superficielle, qui joue le rôle de peau, renferme des filaments urticants très curieux dont je vous reparlerai plus tard.

Voilà tout ce qu'il y a dans l'animal ; on n'y trouve pas

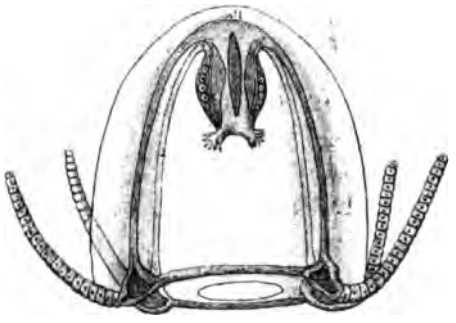


Fig. 4. — Méduse de *Podocoryne carnea*. D'après Grobben. Très grossie.

d'autres organes que la paroi d'un sac où les aliments introduits par la bouche sont digérés et absorbés par la couche interne de cellules qui joue le rôle d'intestin.

Voyons maintenant comment ce petit animal schématique, mais cependant parfaitement viable, se trouve réalisé dans la nature.

Cette question nous amène à l'étude d'un premier type de Cœlentérés que nous appellerons les Hydroïdes.

Parmi eux la forme la plus simple est l'Hydre dont on trouve un grand nombre d'individus dans les mares des environs de Paris (Fig. 1). Ce petit être ressemble au schéma que je vous ai décrit plus haut. Il a un corps cylindrique percé d'une bouche à l'un de ses bouts; autour d'elle une couronne de tentacules qui lui servent à prendre ses aliments; l'autre bout du cylindre est

Fig. 5. — Colonie de *Podocoryne carnea*, très grossie, montrant les diverses adaptations des polypes. D'après Grobben.

occupé par une ventouse qui permet à l'animal de se fixer sur les plantes aquatiques.

L'Hydre se multiplie en émettant de simples bourgeons qui s'organisent peu à peu comme l'animal qui les a produits; souvent les bourgeons se détachent et vont se fixer plus loin; d'autres fois ils restent fixés sur le parent qui les a produits et forment ainsi des sociétés compliquées, où les individus, communiquant tous entre eux, constituent une véritable colonie.

Enfin ces Hydres produisent de petites larves qui se couvrent de cils vibratiles, nagent et finissent par se fixer en un point où elles donnent une nouvelle Hydre.

Les Hydroïdes marins forment eux aussi des colonies extrêmement remarquables qui comprennent souvent d'innombrables individus. Voici, pour vous en donner une idée, une magnifique touffe d'un Hydroïde vivant, photographié dans un des aquariums du Laboratoire Arago à Banyuls par le Dr Wintrebert.

Voici maintenant une branche d'une colonie d'un Hydroide voisin, *Cladocarpus sigma* Allmann (Fig. 2).

Étudions un fragment d'un de ces Hydroïdes. L'ensemble de l'animal est arborescent, formé d'une tige rameuse de consistance

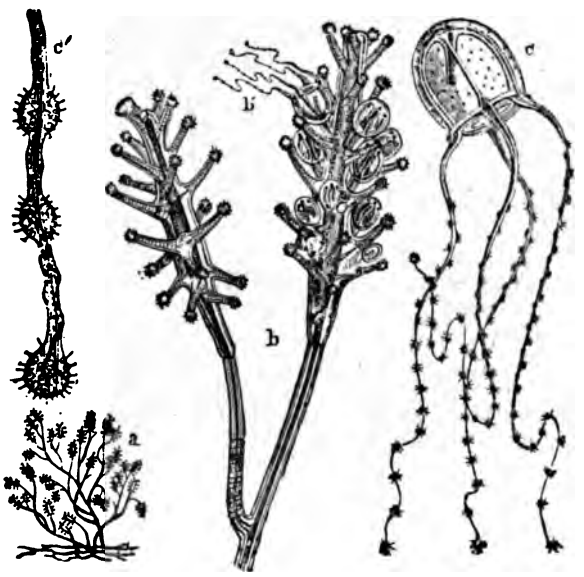



Fig. 6. — *Syncoryne pusilla*. Hydroïde. — *a*, la colonie de grandeur naturelle; *b*, *b'*, 2 polypes grossis dont l'un porte des Méduses; — *c*, Méduse libre et grossie; — *c'*, bras grossi montrant les cellules urticantes. — (*Cliché Hachette*).

cornée dont chacune des branches est terminée par un polype rappelant de très près l'hydre dont je vous parlais tout à l'heure (Fig. 3).

La colonie est entièrement creuse, de sorte que tous les polypes, sans exception, communiquent entre eux par les canaux enfermés dans la tige et les branches.

Chacun des polypes peut rentrer dans un petit calice semblable à une coupe de verre ou s'épanouir au dehors comme une

fleur. Dans la colonie certains individus se modifient beaucoup; ils perdent leur bouche et leurs tentacules, ils sont enfermés dans un calice plus grand et ils se couvrent de bourgeons (Fig. 3).

Ici se produit un des phénomènes les plus singuliers que l'on puisse voir. Chacun de ces bourgeons va se transformer en

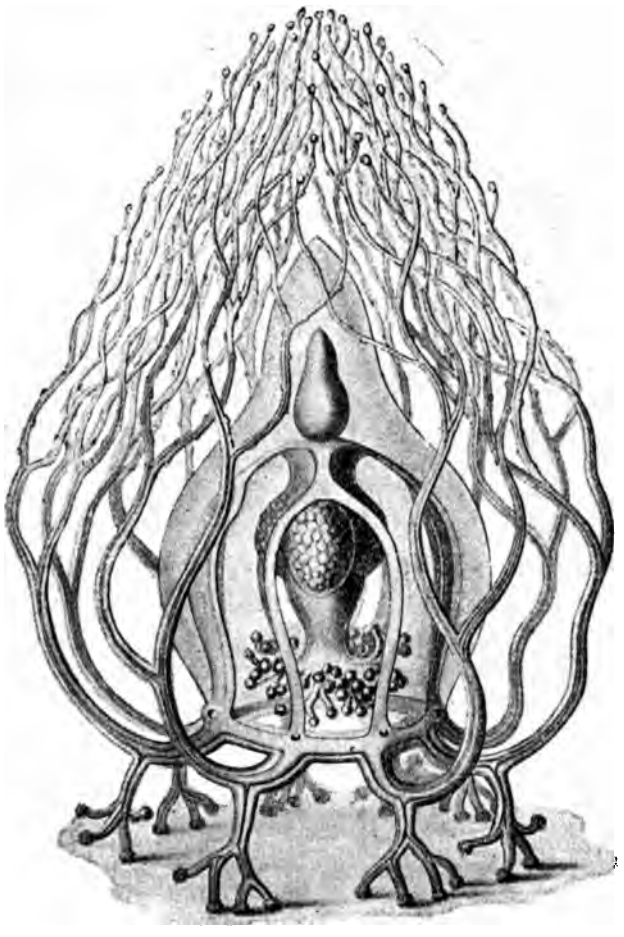


Fig. 7. Méduse rampante de *Dendronema stylodendron*. D'après Hæckel. Très grossie.

une petite Méduse qui, à un moment donné, s'échappera par l'orifice de son calice, et nagera dans la mer. Elle emporte avec elle les œufs qui plus tard seront mis en liberté et se transformeront en une larve ciliée chargée d'aller fonder au loin une nouvelle colonie (Fig. 4).

L'exemple que je viens de faire passer sous vos yeux, vous montre donc un animal dont les colonies se composent de deux

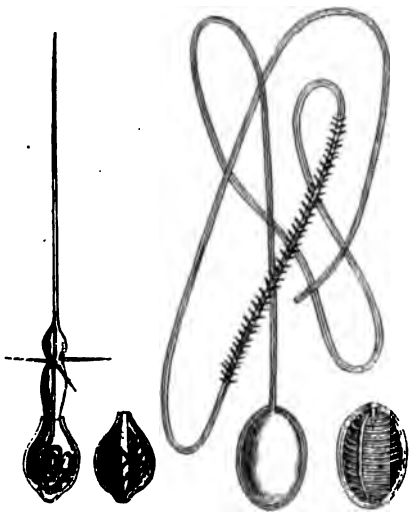


Fig. 8. — Diverses formes de Nématocystes, contractés et étendus. D'après Moseley.

sortes d'individus : les uns sont chargés de pourvoir à la nourriture de tous leurs confrères, ce sont les petites hydres à tentacules; ce qu'elles mangent et digèrent profite à toute la

Fig. 9. — Actinie œillet. (*Cliché Hachette*).

communauté ; elles réalisent donc une forme parfaite de collectivisme alimentaire que l'on peut résumer ainsi : chacun pour

tous. Les autres sont exclusivement chargés de la reproduction de l'espèce; étant adaptés à cette seule fonction ils sont débarrassés du souci de capturer et de digérer des aliments; ils n'ont

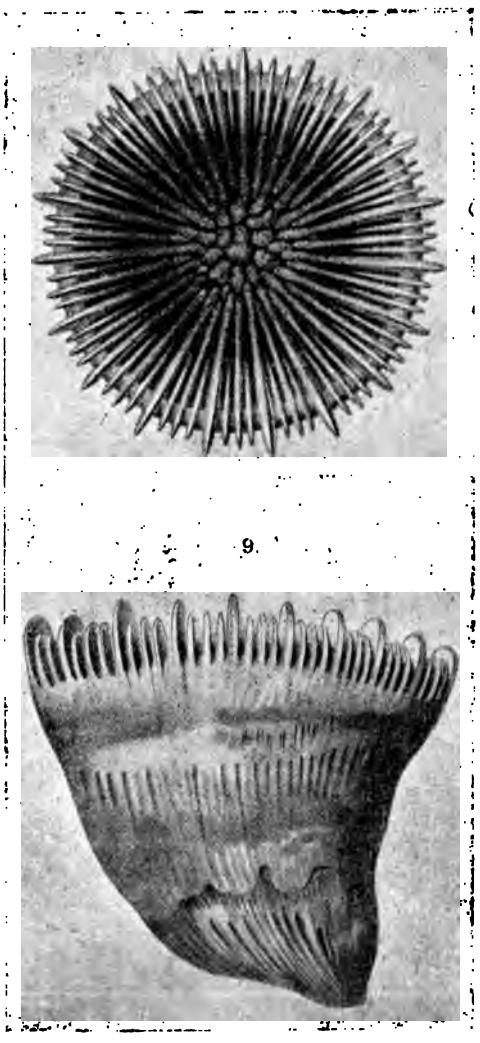


FIG. 10. — *Caryophyllia margaritata.* Polypier vue de face et de profil.

plus de bouche et reçoivent leur nourriture toute prête des individus nourriciers. Ils produisent les Méduses qui s'échappent en emportant des œufs qui produisent des larves ciliées.

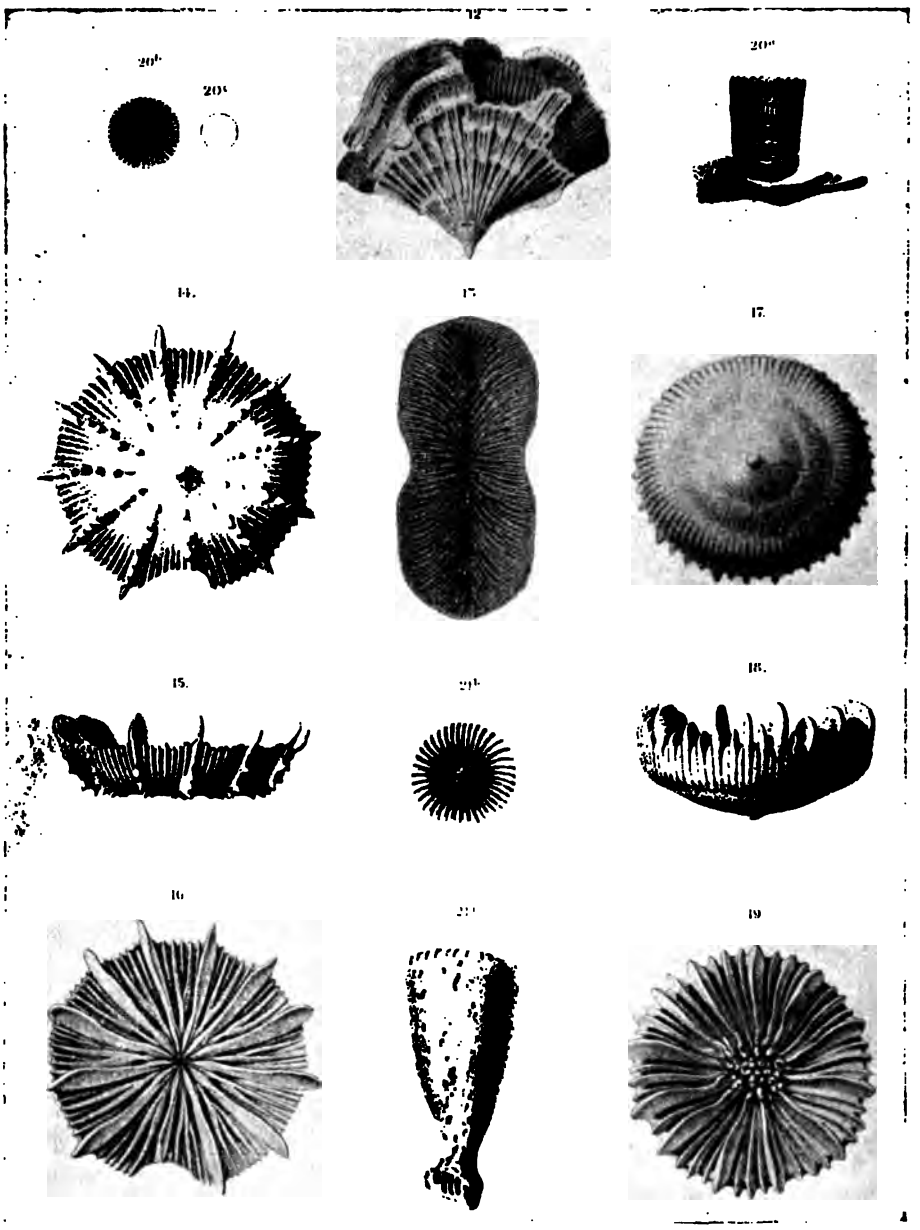



Planche I. — Polypiers simples de diverses espèces.

Cette répartition des fonctions entre plusieurs individus a été exposée par Milne Edwards sous le nom de lois de la division du travail.

Je vous en ai montré un exemple simple; mais dans certains cas les choses sont bien plus compliquées (Fig. 5).

Fig. 11. — Rameau de *Lophohelia prolifera* Pallas. 3/4 de grandeur naturelle. — (*Cliché Hachette*).

Il y a des colonies, par exemple les Hydractinies, chez lesquelles on trouve :

1° Des individus nourriciers; ce sont de petites hydres constituées comme celles que je vous ai montrées tout à l'heure;

2° Des individus producteurs de Méduses;

3° Des individus défenseurs de la colonie; ceux-là n'ont plus

venin peut tuer instantanément les petits êtres qu'il atteint.

Chez l'homme il détermine sur la peau une vive urtication qui est bien caractérisée lorsque l'on manipule certaines Méduses, des Actinies, des Siphonophores, etc.

Laissons maintenant de côté les Hydroïdes pour étudier une deuxième forme de Cœlentérés.

Tout le monde connaît pour les avoir vu partout au bord de la mer les Actinies ou Anémones de mer; ce sont des animaux fixés ordinairement sur les pierres du rivage et dont beaucoup ont des couleurs superbes (Fig. 9).

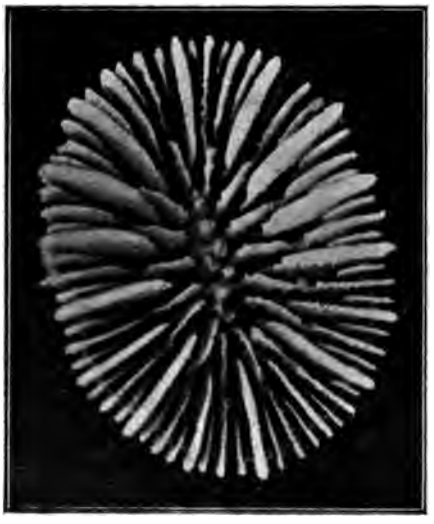


Fig. 15. — *Caryophyllia clavus*. Le polypier sec grossi 2 fois.

Une Actinie est presque toujours un animal isolé, qui, dans le cas le plus simple, se rapproche de la petite Hydre dont je vous ai parlé en commençant cette conférence. Son corps cylindrique, porte à une extrémité une bouche, et se termine à l'autre par un disque plat formant ventouse et permettant à l'animal de se fixer aux rochers. Autour de la bouche se trouve une couronne de tentacules creux communiquant avec la cavité du corps.

L'intérieur du corps est divisé, par des cloisons verticales, en chambres placées sous les tentacules, de sorte que les cloisons

intérieures alternent avec ces tentacules extérieurs. Ordinairement le nombre de 6 tentacules se trouve seulement chez les jeunes, mais plus tard il arrive à 12, 24, ou 48, c'est-à-dire un multiple de 6 et de 2. Le nombre des cloisons intérieures suit une progression identique.

Ces Actinies sont presque toujours isolées; il est très rare qu'elles s'associent pour former des colonies. Les unes vivent sur les rochers près de la côte; ce sont les plus nombreuses; vous en voyez quelques unes dans cette projection qui représente la photographie d'un aquarium où vivent de fort belles espèces. On en trouve dans les grandes profondeurs de la mer. D'autres encore se fixent sur une coquille de Mollusque dont la

Fig. 16. — *Caryophyllia clavus* photographiée vivante. Grandeur naturelle.

cavité est habitée par un Crustacé de la famille des Pagures, le Bernard l'Hermite. Il y en a, comme ce bel Ilianthe, qui se plantent dans le sable au fond de l'eau, mais sont susceptibles de le quitter et de nager.

Vous voyez maintenant un magnifique Cérianthe qui depuis plusieurs années vit dans un des bacs de l'aquarium de Banyuls; il est d'un vert clair brillant admirable et peut se retirer dans un tube soyeux qu'il s'est sécrété.

Ordinairement les tentacules des Actinies sont simples, mais dans certains cas ils se ramifient et donnent à ces animaux un aspect élégant comme chez ces deux espèces dont l'une a

des tentacules plumeux, et l'autre des tentacules d'un vert vif en forme de feuille d'Acanthe.

Les Actinies que je viens de vous montrer ont toutes des tissus mous, renfermant les nématocystes que vous connaissez, des cellules nerveuses et musculaires, mais elles ne possèdent aucune partie solide, aucun squelette calcaire ou corné.

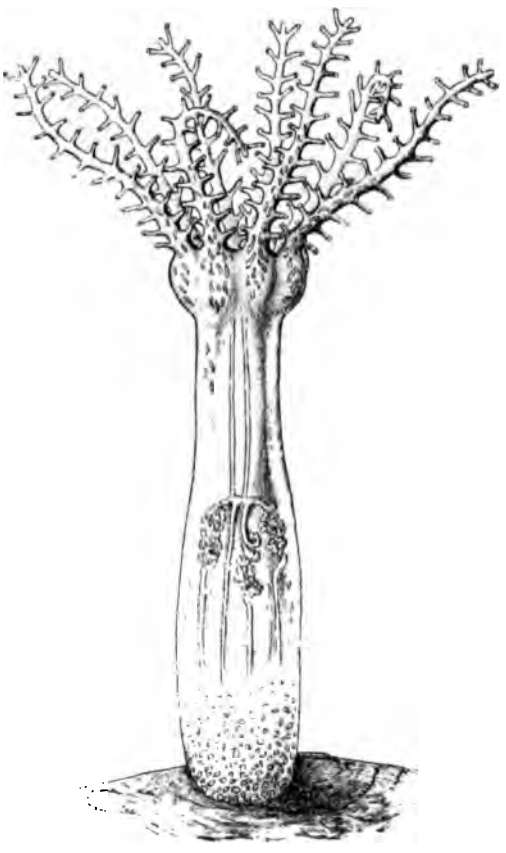


Fig. 17. — *Hartea elegans.* D'après Wright. (Grossi).

Si vous vous imaginez maintenant que l'une de ces Actinies vienne à sécréter du calcaire vous constaterez alors que l'ensemble de l'animal se compose de deux parties, l'une qui est l'Actinie molle que vous venez de voir, l'autre qui est son squelette calcaire. Ce squelette se moule en grande partie sur les

organes mous de l'Actinie; il les répète si bien que sur une pièce sèche on trouve un cylindre calcaire reposant sur une base de même nature, dont l'intérieur est divisé par des cloisons verticales rayonnantes (Fig. 10). C'est ainsi que l'Actinie simple était bâtie et que de même sont construits les coraux simples. Le squelette ou polypier constitue en somme une espèce de corbeille solide dans laquelle s'emboîte exactement l'Actinie molle (Planche I).

Fig. 18. — *Stereosoma celebense*. D'après Hickson. (Grossi).

L'étude de ces polypiers est extrêmement difficile, et les rapports entre l'animal mou et son squelette constituent l'une des questions les plus délicates de la zoologie. Vous me permettrez donc de ne pas y insister. Je vous signalerai cependant que l'étude de la constitution et du développement de ces coraux

n'est pas dépourvue d'intérêt pratique en raison des énormes constructions sous marines qu'ils élèvent dans les mers chaudes où elles forment des écueils si dangereux pour la navigation.

Je me contenterai de vous montrer quelques exemples de ces polypiers constructeurs.

Quelques uns présentent des formes simples, correspondant à l'Actinie simple qui les a formés ; un très bon exemple nous est fourni par les *Caryophyllia* (Fig. 10, 15 et 16) qui vivent

Fig. 19. — *Alcyonium palmatum* épanoui, photographié vivant. Réduit de moitié. — *(Cliché de M. Wintrebert).*

près de la surface et les *Stephanotrochus* (Pl. I) qui sont des formes de grandes profondeurs.

Mais le plus ordinairement ces polypiers sont associés pour former des colonies dont la complication devient souvent extrême. Chez certaines d'entre elles les individus qui la composent sont simplement juxtaposés (Fig. 12). Ce sont de petites Actinies distinctes de leurs voisines dont chacune occupe l'extrémité des branches calcaires de la colonie : elles peuvent alors

être tantôt à des niveaux différents tantôt être toutes au même niveau. C'est ce qui a lieu pour de fort belles espèces qui prennent la forme d'une boule.

Mais le plus souvent les individus qui constituent la colonie ne restent pas ainsi séparés les uns des autres par un espace vide. Ils sont soudés entre eux par un point de leur bord comme ces belles *Mussa* que je vous présente ou bien ils se disposent en rangées sinueuses qui, selon les espèces, subissent

Fig. 20. — *Sympodium coralloides*, variété blanche.
Branche épanouie légèrement grossie. — (*Cliché de M. Wintrebert*).

tous les degrés de soudure et de fusion. Tantôt ils sont simplement juxtaposés (*Tridacophyllia*) tantôt ils sont complètement fusionnés comme le montrent les exemples que je fais passer sous vos yeux (*Symphyllia*, *Dendrogyra*) etc.

La soudure des individus composant la colonie est encore plus marquée chez les coraux compacts tels que les Méandrines dont voici quelques échantillons.

Je n'insiste pas sur ces formes afin de vous en montrer quelques autres qui ont un aspect très différent de celles que

vous venez de voir; elles sont en effet arborescentes, rameuses et leur aspect est souvent élancé et fort gracieux. Ces coraux appartiennent à la grande section des Madrépores (Fig. 12).

Les individus innombrables qui les composent sont peu distincts les uns des autres quand on regarde l'ensemble de la colonie; à la loupe on voit que chacun d'eux est enfoncé dans une logette creusée dans la masse calcaire du rameau (Fig. 13 et 14).

Ces coraux rameux forment des blocs énormes, véritables

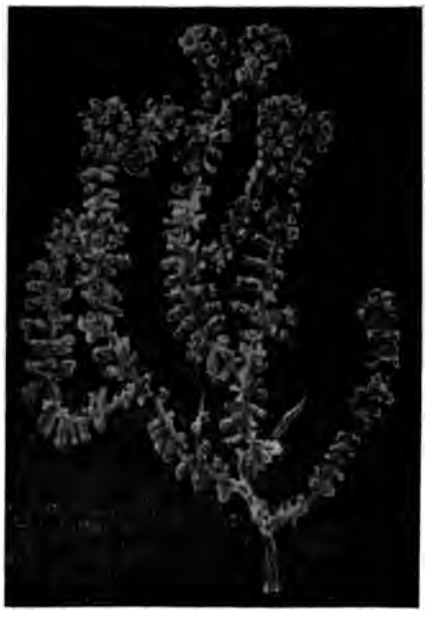


Fig. 21. — *Acanthogorgia truncata* Studer. Colonie de Gorgone de grandeur naturelle, portant des individus epanouis.

forêts enchevêtrées, qui abritent une population immense d'animaux aux couleurs brillantes dont je vous entretiendrai quelque jour. Ces coraux constituent la partie la plus caractéristique de la faune des mers tropicales, qu'ils peuplent de leurs constructions rapidement édifiées dans des conditions dont les détails ne sont pas encore complètement élucidées.

Il m'est impossible, faute de temps de vous parler des coraux

qui au lieu de rameaux élégants bâtissent des tables plates, vastes lames calcaires qui soudent entre elles les pierres, les débris et les objets de toute sorte qui couvrent les rivages.

Tous les échantillons que je viens de vous montrer sont des squelettes secs et morts dont les animaux ont disparu. Quand on observe ces coraux vivants dans les mers où ils abondent, on les voit se couvrir des polypes qui sécrètent le calcaire; ce sont des Actinies analogues à celle que je vous ai montrées tout à l'heure. En voici quelques échantillons (Astrées,

Fig. 22. — *Acanthogorgia truncata* Studer. Un des polypes dilaté et grossi.

Fongies, Madrépores, etc.); remarquez cette *Cladocora cespitosa* et cette *Caryophyllia clavus* qui ont été photographiées vivantes au laboratoire de Banyuls (Fig. 15 et 16).

Le plus souvent ces animaux ont des couleurs merveilleuses, aux tons les plus brillants, aux reflets irisés. Les voyageurs et les naturalistes qui les ont observés s'extasient sur la beauté du spectacle des bancs de coraux vus sous quelques mètres d'eau calme et transparente; ils ne se sont pas fait faute de le décrire, et les poètes eux-mêmes n'ont pas dédaigné de se joindre à eux. Je vais vous en donner la preuve en vous lisant un fort joli sonnet de J.-M. de Hérédia.

## LE RÉCIF DE CORAIL

Le soleil sous la mer, mystérieuse aurore,
Eclaire la forêt des coraux abyssins
Qui mêle, aux profondeurs de ses tièdes bassins,
La bête épanouie et la vivante flore.

Et tout ce que le sel ou l'iode colore,
Mousse, algue chevelue, anémones, oursins,
Couvre de pourpre sombre, en somptueux dessins,
Le fond vermiculé du pâle madrépore.

De sa splendide écaille éteignant les émaux,
Un grand poisson navigue à travers les rameaux;
Dans l'ombre transparente indolemment il rôde;

Et, brusquement, d'un coup de sa nageoire en feu,
Il fait, par le cristal morne, immobile et bleu,
Courir un frisson d'or, de nacre et d'émeraude.

J.-M. de Hérédia.

Revenons encore une fois à la petite Hydre dont je vous ai parlé au début de cette conférence.

Nous allons la retrouver sous une forme nouvelle, assez peu différente, en somme, dans son aspect général, du schéma primitif. Elle est représentée dans cet état par le genre *Hartea* qui peut être considéré comme la forme la plus simple de la grande famille des Alcyonaires (Fig. 17).

C'est un petit animal qui vit au fond de la mer fixé sur les pierres; il est formé d'un corps cylindrique, percé, en haut, d'une bouche, autour de laquelle on voit 8 tentacules barbelés correspondant à 8 loges verticales analogues à celles des Actinies, séparées par des cloisons qui partent du bas d'un long tube œsophagien.

Il n'y a qu'un nombre minime de genres où l'on trouve des individus ainsi isolés. Presque toujours ils s'associent pour former des colonies aux formes élégantes et très variées dont je vais vous montrer quelques exemples.

Supposez que plusieurs individus analogues aux Hartea soient en communication au moyen de racines creuses sur

lesquelles ils ont bourgeonné, nous aurons une association de petits polypes, tous semblables entre eux, mais communiquant par un réseau de tubes. (Clavulaires).

Ces tubes peuvent être cachés dans un tissu mou qui forme une sorte de socle sur lequel sont placés les individus *(Stereosoma)* (Fig. 18), ou bien être réunis les uns aux autres par des branches transversales qui compliquent beaucoup la colonie. *(Hicksonia)*.

Si ces divers polypes, au lieu de rester séparés les uns des autres, comblent leurs intervalles par un tissu charnu, mou, parsemé de petits grains solides que l'on nomme les spicules,

Fig. 23. – *Isis*. Colonie réduite au huitième.

nous allons avoir sous les yeux des représentants des Alcyons proprement dits.

Voici l'*Alcyonium palmatum* de la Méditerranée. Je l'ai photographié d'abord à l'état de contraction; ses polypes sont rentrés dans l'intérieur de la masse charnue rameuse qui constitue le corps. Voici le même animal épanoui dans l'un des bacs de l'aquarium du Laboratoire de Banyuls; il est, comme vous voyez, parfaitement étalé et cette photographie vous donne une idée de la beauté de ces animaux (Fig. 19).

Je me contente de vous montrer, sans plus de description, des photographies d'un animal voisin, le *Sympodium coralloides* (Fig. 20); l'une est sa variété blanche, l'autre sa variété pourprée. Voici enfin deux formes exotiques aux polypes bleus et rouges.

Supposez maintenant que ces animaux sécrètent une sorte de squelette qui forme

Fig. 24. — Squelette corné d'une Gorgone très rameuse. (Animal réduit au dixième).

un support pour tous ces jolis animaux ressemblant à des fleurs.

Si ce squelette est de consistance cornée, solide mais souple, ramifié, nous aurons affaire à des animaux de la famille des Gorgones dont fait partie la *Gorgonia verrucosa*, commune sur nos côtes, que je vous montre ici photographiée vivante avec

Fig. 25. — *Umbellularia groenlandica* Lamarck. — (*Cliché Hachette*)..

ses polypes épanouis. Ces Gorgones comprennent un grand nombre d'espèces très diverses, mais je ne peux y insister dans une aussi rapide revue des Cœlentérés (Fig. 21, 22 et 24).

Je me contente de vous montrer un très curieux animal, une Isis (Fig. 23), dont le squelette est formé de segments alternativement cornés et calcaires. C'est en quelque sorte un être intermédiaire entre les Gorgones à squelette corné et un autre type à squelette entièrement calcaire, le Corail. Le Corail

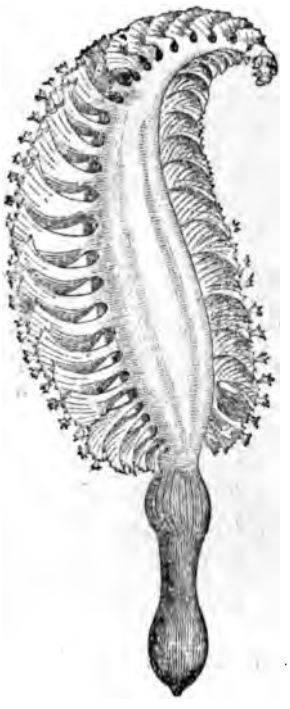


Fig. 26. — *Pennatula grisea* Esper. Individu réduit au tiers. (*Cliché Hachette*).

n'est pas autre chose qu'une Gorgone dont le squelette est calcaire et de couleur rouge. Je ne vous en parlerai pas davantage ce soir, car je vous entretiendrai quelque jour de sa biologie et de l'industrie intéressante dont il fournit la matière première.

Pour finir cette revue des Alcyonaires je vais vous en montrer plusieurs qui peuvent compter parmi les plus beaux animaux qu'il soit possible de voir. Ce sont des colonies à polypes

de grande taille, dont le squelette est rudimentaire. Le premier est une Ombellulaire des mers arctiques (Fig. 25), le second est la Pennatule de la Méditerranée (Fig. 26), le troisième est la *Veretilla cynomorium* (Fig. 27) photographiée vivante dans un aquarium du Laboratoire de Banyuls. Voici enfin une forme exotique fort élégante et aux couleurs vives, la *Renilla americana.*

Il nous faut encore une fois remonter à la petite Hydre dont nous étions partis pour chacun des groupes précédents. Elle va

Fig. 27. — *Veretilla cynomorium* photographiée vivante. Réduite de moitié.

nous amener à des animaux qui sont absolument différents de ceux que je viens de vous montrer. Rappelez-vous cependant que nous avons vu les Hydroïdes produire des bourgeons qui se transforment en Méduses de très petite taille.

Nous allons maintenant, chez les Acalèphes, trouver quelque chose d'analogue, mais les Méduses sont de grande taille et proviennent d'une Hydre fort petite à l'inverse de ce que l'on voit chez les Hydroides. Vous vous souvenez certainement que dans notre précédente conférence je vous ai parlé d'une petite

larve ciliée qui se fixe au fond de la mer, se transforme en une petite Hydre, laquelle se découpe en tranches qui la fait ressembler à une pile de soucoupes. Voilà l'Hydre. — Chacune des tranches se sépare ensuite de l'Hydre, devient libre; voilà la Méduse (Fig. 28).

Je vais vous montrer quelques unes de ces Méduses; je ne vous en signalerai que deux ou trois formes caractéristiques. Voici d'abord la *Pelagia noctiluca*.

Cette Méduse qui atteint 15 à 20$^{cm}$ de long tout au plus, présente comme vous voyez, un globe gélatineux, coloré en brun; au-dessous pend une fort élégante frange lobée et ondulée au

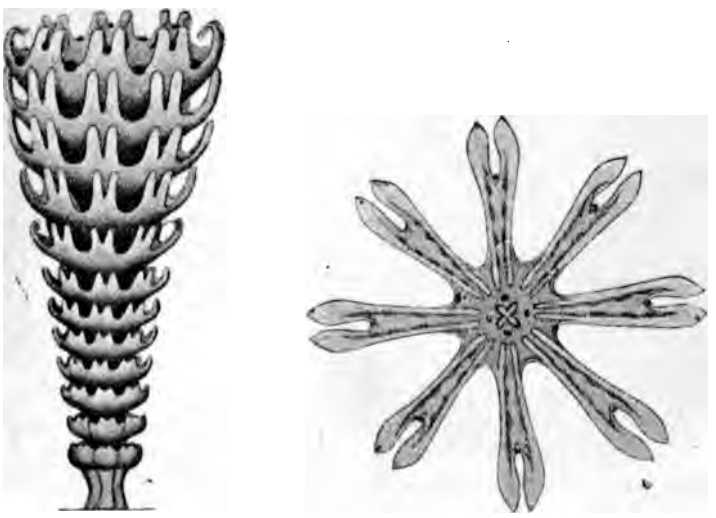


Fig. 28. — Développement d'une Méduse, *Cyanea Lamarcki*. (D'après Delap.)

centre de laquelle se trouve la bouche de l'animal. Tout autour de son globe vous remarquez une série de tentacules allongés, qui alternent avec des sinuosités fort élégantes dans les replis desquelles sont logés divers organes des sens. La Méduse se déplace en gonflant et en contractant alternativement, à la manière d'un soufflet, son ombrelle hémisphérique. L'animal est phosphorescent, et vit en grandes troupes dans la mer.

Voici l'*Aurelia aurita* (Fig. 29) et le *Rhizostome* de Cuvier qui se trouvent fréquemment sur nos côtes. Cette dernière Méduse

atteint souvent de grandes dimensions, près d'un mètre de long; sa forme rappelle celle de la Pelagia, mais sa bouche est remplacé par une quantité de petits suçoirs qui ressemblent à des grappes pendantes sous son ombrelle.

Les genres et les espèces des Méduses sont extrêmement nombreux; je me contenterai de vous en montrer encore deux ou trois provenant de grandes profondeurs, pêchées au cours des croisières du Prince de Monaco. Toutes ces Méduses sont remarquables par la régularité géométrique de leurs formes et la beauté

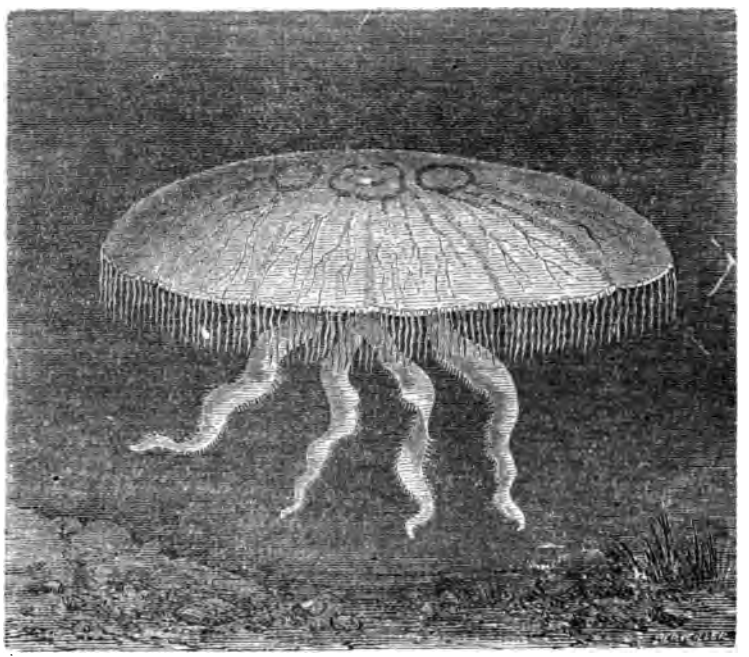


Fig. 29. — *Aurelia aurita* Linné. Méduse de grandeur naturelle. (*Cliché Hachette*).

de leurs teintes qui, surtout dans les espèces de grands fonds sont rouges ou violettes et ont des colorations particulièrement intenses (Fig. 30, 31 et 32).

Considérons maintenant une autre Méduse; (*Sarsia Siphonophora*), vous voyez son globe (Fig. 33), du centre duquel part un long cordon qui se termine par une bouche et qui, par suite, correspond aux lobes buccaux, que vous avez vus chez la *Pelagia*. Une série de quatre tentacules filiformes entoure

l'orifice de l'ombrelle. Cette Méduse ressemblerait aux Méduses d'Hydroïdes dont je vous ai déjà entretenus si nous ne voyions sur sa tige axiale des bourgeons en série longitudinale. Les bourgeons les plus voisins de la Méduse sont les plus petits et les derniers formés; à mesure qu'on les examine plus près de

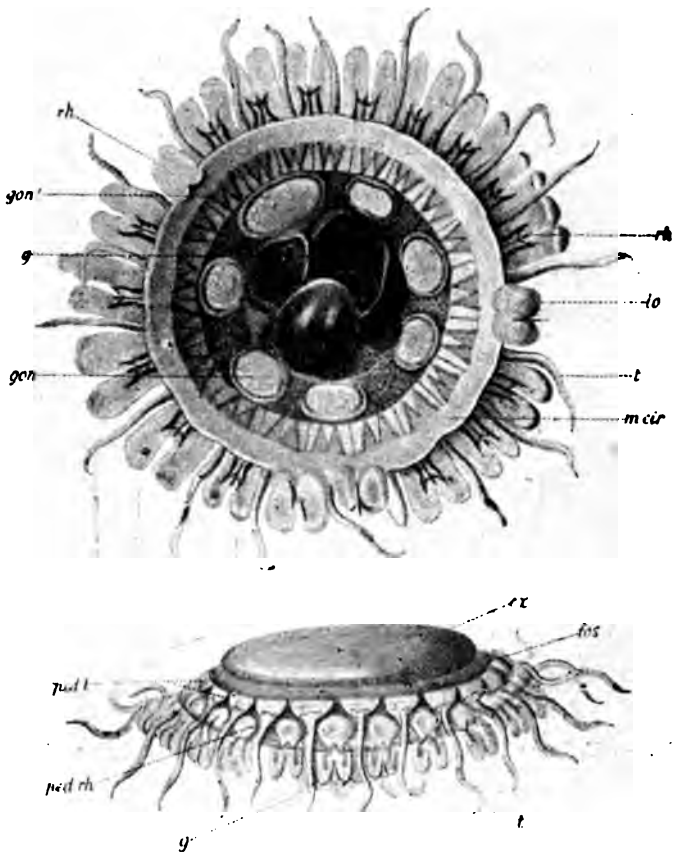



Fig. 30. — *Atolla Bairdi.* Méduse recueillie par le Prince de Monaco de 1000 à 1700m de profondeur; la figure supérieure montre la face inférieure, l'autre le profil de l'animal.

la bouche ils ressemblent davantage à de petites Méduses qui n'ont plus qu'à se détacher pour devenir semblables à la Méduse mère.

Eh bien supposez que ces Méduses ne se détachent pas et restent ainsi toute leur vie en relation étroite avec la Méduse

principale; nous allons être conduits à une forme coloniale, c'est-à-dire à un être complexe formé de la réunion de plusieurs individus. Et ceci nous amène à un groupe de Cœlentérés dont je vous ai dit quelques mots l'an dernier, les Siphonophores.

Dans la *Sarsia* que vous venez de voir toutes les petites Méduses sont semblables entre elles. Chez les Siphonophores, qui sont tous pélagiques, nous retrouvons une division du travail très remarquable analogue à ce que je vous ai montré tout à l'heure chez les Hydroïdes.

Chaque petite Méduse se transforme, s'adapte à un rôle

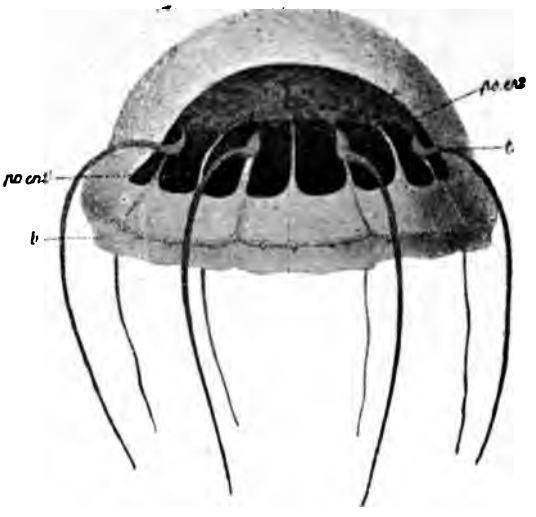


Fig. 31. — *Œginura Grimaldii* Maas. Méduse prise par le Prince de Monaco par 781m de profondeur.

spécial qu'elle joue dans la colonie, et cette adaptation est souvent si profonde que l'on a grand'peine à retrouver la trace de l'individu primitif, de l'unité fondamentale dont il dérive.

Dans une colonie de Siphonophores comme celles que vous montrent les figures 34 et 35, cherchons quelles peuvent être les conditions fondamentales de son existence. Ce sont des animaux pélagiques, ils doivent donc flotter; la colonie est mobile, elle doit posséder des organes propulseurs; elle doit naturellement se nourrir et se reproduire.

Voyons comment elle pare à ces diverses obligations.

Sa densité étant très voisine de celle de l'eau de mer il lui suffira d'être un tant soit peu allégée pour flotter. Une des petites Méduses qui compose la colonie, celle qui est située tout au bout, va se transformer en une petite poche remplie de gaz. Ses parois sont garnies de muscles ; s'ils se contractent ils compriment la bulle de gaz, son volume diminue, la densité de l'animal augmente par conséquent, et la colonie s'enfonce. Si

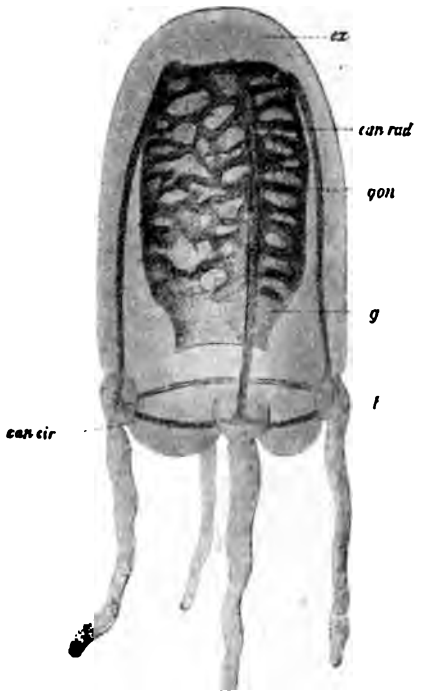



Fig. 32. — *Tiara medusa.*
Méduse capturée par le Prince de Monaco au Spitzberg.

les muscles se relâchent la vésicule se distend, la densité diminue et la colonie remonte.

Le flotteur peut donc être considéré comme un individu adapté, préposé aux mouvements verticaux souvent très étendus de la colonie. C'est lui qui permet au Siphonophore de se rapprocher de la surface quand la mer est calme et de s'enfoncer quand elle est agitée.

Derrière le flotteur se trouvent plusieurs autres individus locomoteurs; ce sont de petites Méduses qui se contractant et

Fig. 33. — *Sarsia siphonophora*. D'après Hæckel.

se dilatant rapidement comme autant de petits soufflets aquatiques, déplacent l'eau et entraînent toute la colonie à leur

suite. Ce sont des propulseurs fort actifs, transparents et élégants par leur régularité, comme vous pouvez en juger.

Les membres de la colonie chargés de la nourrir sont encore bien plus modifiés que les précédents; ils sont groupés par petits bouquets le long de l'axe central et chacun de ces bouquets comprend :

Fig. 34. — *Apolemia contorta* Milne Edwards. La pointe de la colonie est occupée par un flotteur, au-dessous duquel sont des cloches natatoires, et enfin un grand nombre de filaments pêcheurs. 1/3 de grandeur naturelle. — (*Cliché Hachette*).

1° Des individus pêcheurs chargés de capturer les petites proies qui passent à leur portée (Fig. 34 et 35);

2° Des individus que j'appellerai gastriques chargés de manger et de digérer ce que les premiers ont pris, et de transmettre à toute la colonie le produit de leur digestion.

Les premiers sont transformés en véritables lignes vivantes, garnies de d'hameçons qui ne sont autre chose que ces cellules urticantes, ou nématocystes, dont je vous ai dit un mot tout à

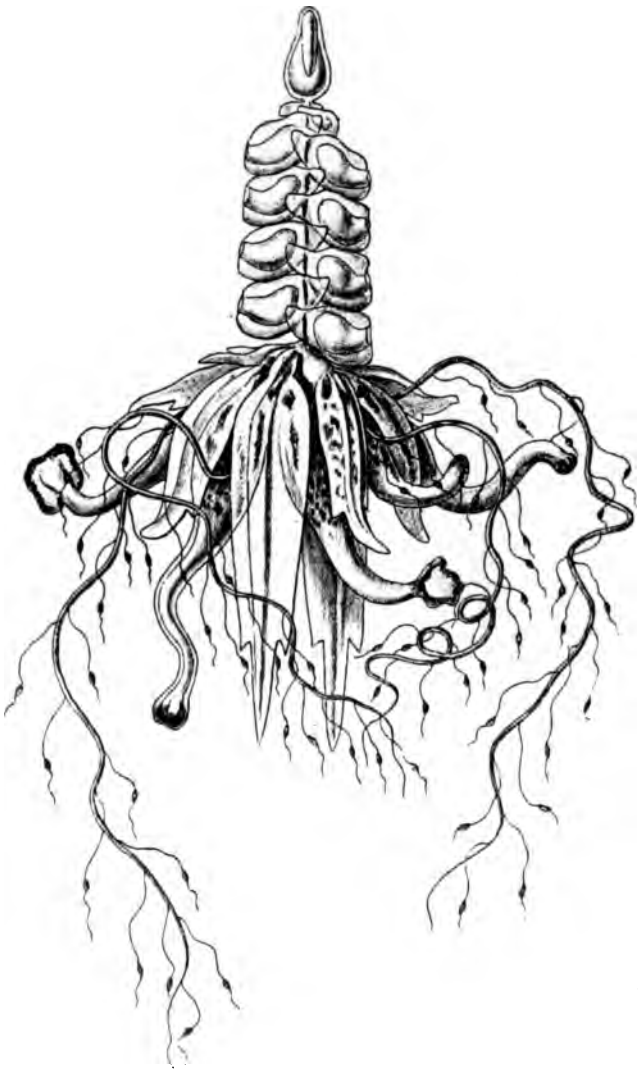


Fig. 35. — *Nectalia loligo*. D'après Hæckel.

l'heure. Quand une proie est capturée, tuée par le venin du Nématocyste, la ligne se contracte brusquement et apporte à

la bouche même du deuxième individu le produit de sa pêche. Alors cet individu estomac se met à fonctionner à son tour ; il digère cette proie et par des canaux appropriés il lance dans toute la colonie le produit nourrissant de son travail.

Les individus reproducteurs sont construits sur un modèle analogue ; mais étant nourris par les autres ils n'ont besoin ni de bouche ni d'estomac, et ils concentrent toute leur énergie vitale sur la formation des œufs et des larves qui reproduiront de nouvelles colonies.

J'ai résumé très rapidement les principales adaptations

Fig. 36. — *Physalia*. Siphonophore à gros flotteur. Réduit de trois quarts. (*Cliché Hachette*).

spéciales des individus d'une colonie type ; je vais vous montrer quelques espèces où vous apercevrez diverses variations du thème que je vous ai résumé.

Chez les unes l'axe de la colonie est un tube creux, ayant souvent plusieurs mètres de long, sur lequel sont échelonnés les divers individus (Fig. 34 et 35). Chez les autres au contraire

le tube central est très court, aussi les individus sont-il serrés les uns contre les autres (Fig. 36 et 37) et en quelque sorte tassés sur un plan, ce qui modifie beaucoup l'aspect général de la colonie, mais sans dénaturer cependant ses dispositions et ses rapports fondamentaux.

Parmi les formes allongées je vous signalerai comme particulièrement intéressantes les *Praya* qui sont formées d'une longue guirlande d'individus régulièrement attachés le long d'un fil central, le magnifique *Anthemodes ordinata* Hæckel dont les colonies forment une somptueuse guirlande, la *Nectalia*

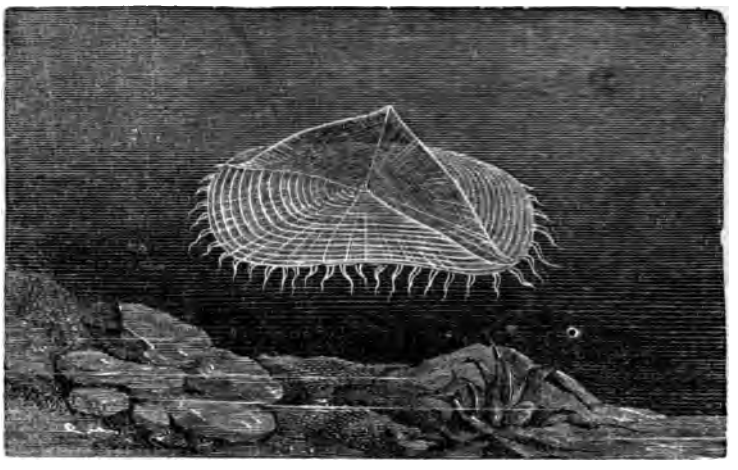


Fig. 37. — *Velella spirans* Eschscholtz, Siphonophore bleu. Grandeur naturelle. (*Cliché Hachette*).

*loligo* Hæckel (Fig. 35), l'*Apolemia contorta* M. Edw. (Fig. 34).

Dans les Siphonophores plus courts je fait passer sous vos yeux une admirable *Forskalia tholoides* Hæckel, dont les nombreuses vésicules natatoires forment un dôme surmonté d'un bouton rouge qui est un flotteur. Voici l'*Epibulia ritteriana* Hæckel dont le flotteur est plus gros, les couleurs fort belles et les individus nourriciers relativement très grands.

Je vous montre enfin la superbe galère, la *Physalia*, (Fig. 36) aux couleurs irisées mais aux innombrables flèches empoisonnées, et je termine la série par deux Siphonophores encore plus courts

et plus aplatis que les autres, au flotteur en forme de disque, aux teintes bleues magnifiques la *Porpite* de la Méditerranée et la *Vélelle* (Fig. 38).

Pour terminer cette rapide revue des Cœlentérés je vous dirai seulement quelques mots d'une famille fort intéressante, celle des Cténophores qui, sous beaucoup de rapports, s'écartent des formes dont je vous ai entretenus jusqu'à présent.

Leur aspect général est assez analogue à celui des Méduses;

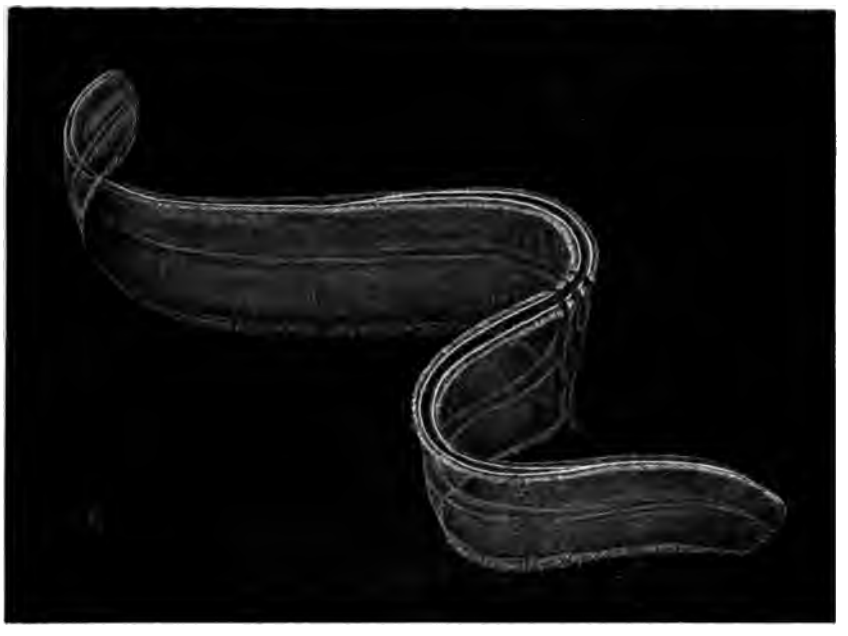


Fig. 38. — *Cestus veneris*. Réduit de moitié. D'après Chun.

comme elles ils sont pélagiques, mous, transparents; mais quand on les examine de plus près on voit que leur corps est garni de palettes irisées formées de petites tiges souples, qui ressemblent à des peignes, d'où leur nom de Cténophores. Ces palettes leur servent, par leur battements, à nager et elles produisent des irisations ondulantes fort belles à la surface de leur corps.

Ces Cténophores ont dans nos eaux des représentants qui vivent en grande troupe parmi lesquels je vous montre les

Cydippes, les Béroés, les Cestes de Vénus (Fig. 38) et les Eucharis, ces derniers pouvant compter parmi les plus beaux animaux qu'il soit possible de voir.

Nous terminerons ici ce très rapide aperçu de la grande classe des Cœlentérés. Mon but n'a pas été de vous montrer un tableau complet de ces animaux, mais seulement de vous faire entrevoir la richesse de leurs formes et l'étonnante variété des transformations que subit leur type fondamental; vous avez pu voir les uns à côté des autres, réunis par les liens de la plus indiscutable parenté, des êtres qui tout d'abord paraissent aussi éloignés que possible, comme les Alcyons et les Méduses, les Coraux et les Siphonophores. Vous avez eu là un exemple des plus frappants des ressources que présentent pour la classification méthodique et naturelle des animaux l'étude de leur développement et de leurs affinités.

Vous avez pu voir enfin l'importance au point de vue de l'océanographie biologique de cette classe des Cœlentérés dont les innombrables représentants peuplent toutes les mers du globe, aussi bien à la surface que dans les grands fonds, aussi bien aux pôles que sous les tropiques, et qui construisent sous nos yeux ces immenses récifs de coraux dont je vous parlerai quelque jour.

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
N° 67. — 15 Mars 1906.

# NOTES PRÉLIMINAIRES

SUR LES

# Gisements de Mollusques comestibles des Côtes de France [1]

## *Le Golfe du Calvados.*

par M. J. GUÉRIN
Préparateur au Muséum d'Histoire naturelle de Paris.

2

La partie du littoral dont les gisements coquilliers sont étudiés dans cette note est une des portions les plus importantes des côtes normandes, envisagée du moins sous le rapport de la valeur des productions. Cette région qui présente en effet de nombreux gisements de mollusques comestibles, à la grande satisfaction des populations riveraines qui les exploitent, a une grande importance économique qui, bien qu'elle se soit quelque peu amoindrie à l'heure actuelle, n'en constitue pas moins l'une des ressources les plus considérables pour les habitants de la côte normande. Cette côte est, en effet, extrêmement riche sous

(1) Les références des deux notes précédemment parues sont les suivantes :

1. GUÉRIN (J.) — *Notes préliminaires sur les gisements de Mollusques comestibles des côtes de France. — Les côtes de la Charente-Inférieure* (Comptes rendus de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, Congrès de Grenoble, t. XXXIII, p. 825-852, pl. IV). — 1904.

2. JOUBIN (L.) — *Idem. — Les côtes de la Loire à la Vilaine* (Bulletin du Musée océanographique de Monaco, n° 59). — 1906.

le rapport de ses productions coquillières. Si les huîtrières naturelles et le commerce florissant qui se pratiquait jadis à Courseulles ont beaucoup diminué d'importance, les autres productions coquillières ne se sont pas affaiblies, et les pêcheurs comme les agriculteurs peuvent y trouver un élément de richesse dont la valeur n'est peut-être pas encore, du moins par certains côtés, suffisamment appréciée.

Le littoral normand présente d'ailleurs une disposition extrêmement favorable au développement des Mollusques. Au point de vue géologique, il est surtout constitué par des calcaires sur la plus grande partie de son étendue. Si les calcaires du crétacé inférieur et moyen forment les coteaux abrupts et pittoresques qui longent la côte depuis l'entrée de la Seine jusqu'à Dives et Cabourg, à l'entrée de la Dives, et la région moins accidentée qui y fait suite jusqu'à l'embouchure de l'Orne, les calcaires jurassiques du bathonien constituent le reste de la côte, entre l'embouchure de l'Orne et la baie d'Isigny, formant ainsi, à peu près dans la région centrale du littoral du golfe, le plateau sous-marin du Calvados, qui sur neuf milles d'étendue, longe la côte entre Langrune et Arromanches, et dont les sommets culminants sont représentés par les Roches de Ver, les Iles de Bernières et les Essarts de Langrune.

Le littoral qui forme la limite orientale du Cotentin est généralement formé par du calcaire infrajurassique, sauf dans les parties Nord et Nord-Est où l'abondance des roches granitiques ou granulitiques donne à la région un facies tout autre, rappelant celui du massif Breton. A cet ordre de faits se trouve du reste liée une différence frappante dans les productions coquillières de ces deux régions du littoral. Alors que toutes les régions calcaires sont pourvues de gisements où les Mollusques croissent abondamment, la région septentrionale et orientale du Cotentin en est presque totalement dépourvue.

Dans toute l'étendue du golfe — les régions avoisinant les embouchures de la Seine, de la Dives, de l'Orne, mises à part — le continent se continue sous les eaux en pente relativement rapide jusqu'à $10^m$ de profondeur, à partir de laquelle la profondeur du sol sous-marin ne s'accentue plus qu'insensiblement

vers le large. Ceci n'est pas absolument exact entre Lion-sur-mer et Arromanches, où le plateau du Calvados s'étend jusqu'à deux milles au large avant de subir cette brusque dépression, du reste déjà sensible au niveau des fosses d'Espagne, de Courseulles et de l'Anneau de la Marguerite, où la profondeur, pour être plus brusquement exagérée à ces endroits, n'atteint cependant pas dix mètres.

Au point de vue administratif, toute l'étendue du littoral normand comprise entre la rive gauche de l'Estuaire de la Seine et la partie septentrionale du Cotentin est sous la dépendance de quatre quartiers maritimes d'importance très inégale quant à leur étendue littorale et la valeur globale de leurs productions coquillières. Ces quatre quartiers maritimes sont :

1° *Le quartier de Honfleur*, limité à l'est par la limite de partage des communes de Vatteville et d'Aizier, à peu de distance de Caudebec, et à l'ouest par la limite des communes de Pennedepie et de Vasouy, à quelques kilomètres à l'ouest de Honfleur (A) ;

2° *Le quartier de Trouville*, allant du point précédent, à la limite de séparation des communes de Bénerville et de Blonville (B);

3° *Le quartier de Caen,* allant de cette limite à celle qui sépare les communes de Saint-Laurent-sur-Mer et de Vierville-sur-Mer (C);

4° *Le quartier de la Hougue,* dont la limite sud coïncide avec le point précédent, et qui est séparé du quartier de Cherbourg par la ligne de séparation des communes de Réthoville et de Vrasville (D), au nord de la presqu'île de Cotentin.

Je me propose de passer en revue les différents gisements anciens ou récents qui dépendent de chacune de ces circonscriptions maritimes en donnant, à propos de chacun d'eux, les particularités essentielles qu'ils possèdent, sans m'écarter toutefois de la concision compatible avec ce que doit être tout travail préliminaire.

Avant de commencer, il est ici nécessaire de donner quelques

indications propres à faciliter la lecture de la carte annexée à ce travail. La légende qu'elle comporte donne la plupart des explications nécessaires, et cette parenthèse n'est destinée qu'à appeler l'attention sur un seul point : le mode de représentation des gisements naturels d'huîtres indigènes. Par convention, tout gisement ancien d'huîtres indigènes, ayant aujourd'hui complètement disparu, est représenté en points rouges, et tout gisement, aujourd'hui productif, est représenté par des croix de même couleur, ces deux modes de représentation étant du reste conformes à ceux que j'ai déjà utilisés dans un précédent travail (1). Certains gisements étant prospères dans certaines parties de leur étendue et appauvris dans certaines autres, j'ai dû faire usage, pour leur représentation facile, de la convention suivante : Tout gisement n'ayant pas une production homogène dans ses diverses parties est représenté par le mélange des points et des croix. Les croix sont d'autant plus nombreuses que les emplacements sont plus productifs, et les points d'autant plus nombreux que les emplacements sont plus appauvris. Les indications *globales* ainsi adoptées sont de la plus grande utilité; elles permettent de juger à première vue, de la richesse plus ou moins grande des gisements en leur différents points. J'ai déjà dit ailleurs (1) que ces indications étaient inutiles pour les moulières qui sont sujettes à des dépeuplements et des reconstitutions sensiblement périodiques.

## I

### Quartier de Honfleur.

La région du quartier de Honfleur, seule intéressante au point de vue qui nous occupe, est fort réduite. Elle est limitée, en effet, à sa portion la plus occidentale, le littoral du quartier n'étant, en fait, que la rive sud de l'estuaire de la Seine. Cette

J. Guérin. — *Notes préliminaires sur les gisements de Mollusques comestibles des Côtes de France.* Comptes rendus de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, Congrès de Grenoble, t. xxxiii. — 1904.

région est peu importante en ce qui concerne les productions coquillières. Il n'y a jamais existé d'huîtrière naturelle, ni d'exploitation quelconque, viviers ou parcs de dépôt, ayant trait à l'ostréiculture. La seule production intéressante du quartier est celle des moules, exclusivement répandues sur trois bancs.

*1. Moulière du Ratier.*

*2. Moulières des Ratelets.* — Ces deux gisements sont situés à l'entrée même de la Seine et leur production est abondante. Le fond de ces deux bancs, qui émergent de 3$^{m}$ au maximum pendant les plus basses marées, et qui sont recouverts par 3$^{m}$ d'eau pendant les marées les plus fortes, est constitué par un sable vaseux mêlé de galets, sur lesquels les moules se reproduisent en abondance. Les mollusques y sont de très bonne qualité; celles que l'on cueille au nord des bancs étant plus salées et moins grasses que celles que l'on cueille au sud, en raison même de la différence de salure des eaux des deux courants qui sortent de la Seine à marée basse, ce qui fait que les moules du sud des gisements subissent plus longtemps l'influence du courant descendant de la Seine, le seul persistant pendant la basse mer.

Ces moulières, réparties en trois îlots dont la configuration est nettement indiquée sur la carte, s'étendent sur une longueur de 2500$^{m}$ environ de l'est à l'ouest, sur une largeur moyenne de 300$^{m}$. — Les *Pinnothères* n'y sont pas abondants, pas plus que le *Nematopsis Schneideri* Léger qui abonde dans les moules produites par les gisements situés à l'ouest de l'embouchure de l'Orne. Ces moulières produisent une moyenne annuelle de 15000 à 17000 hectolitres de moules d'une valeur de 80000 francs.

A part ces mollusques de réputation très estimée, le reste de l'étendue du littoral du quartier, constitué surtout par des vases légèrement sableuses, sans débris coquilliers, ne produit absolument rien en fait de *Cardium*, *Pecten*, *Solen*, etc., ce qui n'a rien d'absolument surprenant à cause du voisinage de la Seine. Il n'y existe d'ailleurs aucune pêcherie. Le *Crangon vulgaris* F. s'y rencontre à l'est et à l'ouest de Honfleur, sans qu'il y ait là de particularité vraiment intéressante.

## II

### Quartier de Trouville.

Le quartier de Trouville, pour être plus important que le quartier de Honfleur quant à l'étendue maritime de son littoral, ne présente pas non plus une grande importance sous le rapport de la pêche côtière.

Il n'existe pas de gisement naturel d'huîtres ancien ou récent dans les limites du quartier, et l'industrie ostréicole n'y est représenté que par un seul parc.

*3. Parc de Deauville.* — C'est une propriété privée, d'une surface de 2 hectares et servant de parc de dépôt. Ce parc, situé entre la Touques et la gare de Trouville, reçoit annuellement une moyenne de 500.000 huitres provenant des divers établissements des côtes de Bretagne et de la Charente-Inférieure. L'huître portugaise *(Ostrea angulata* Lam.) y est entreposée, mais en petite quantité. On n'y a jamais observé la moindre tendance à la reproduction.

La production mytilicole du quartier est beaucoup plus importante, et équivaut à celle du quartier de Honfleur. Les deux gisements mouliers sont :

*4. Moulière de Villerville.*

*5. Moulière d'Hennequeville.* — Ces deux gisements n'en forment en réalité qu'un seul, s'étendant depuis les pointes de Villerville et de la Capelle, au nord, au parallèle du village d'Hennequeville, à un kilomètre à peine au nord de la Jetée des Roches noires. Les figures 1 et 2, Pl. I, donnent une idée du fascies général de ces gisements. D'une superficie d'environ 200 hectares, elles reposent sur les calcaires du crétacé inférieur qui fournissent à ces mollusques le calcaire nécessaire à leur développement. Les moules y sont abondantes actuellement dans la partie nord, entre les Perques de Villerville et le littoral. Elles y acquièrent de 4 à 5$^{cm}$ de longueur, et la production moyenne atteint 17000 hectolitres d'une valeur de 50000 francs. Les *Pinnothères* y sont plus abondants que sur les gisements de l'entrée de la Seine.

Les autres mollusques comestibles que l'on rencontre dans les sables vaseux du quartier consistent en palourdes (*Tapes decussata* L.), en couteaux (*Solen vagina* L., *Solen ensis* L.), pétoncles (*Pecten varius* L.), sourdons (*Cardium edule* L.), en petites quantités.

Il convient également de citer, bien qu'il ne s'agisse plus de mollusques, que la crevette grise (*Crangon vulgaris* Fab.) se pêche à l'embouchure de la Touques, ainsi que le lançon (*Ammodytes tobianus* Lesauvage) fréquent d'ailleurs dans tout le golfe, et qu'un établissement de pêche, situé aux Perques de Villerville et toléré jusqu'au décès du détenteur, est installé dans le but de capturer, dans des conditions administratives déterminées, les poissons de passage (harengs, merlans, sprats, parfois même des morues).

## III

### Quartier de Caen.

Le quartier de Caen est le plus important et le plus étendu de toutes les côtes du golfe. Ce sont les gisements naturels dépendant de ce quartier qui ont donné à la région la réputation autrefois si justifiée qu'elle avait surtout au point de vue ostréicole. Son importance est encore très grande, bien qu'elle soit de beaucoup amoindrie à l'époque actuelle, ainsi qu'on le verra d'après ce qui va suivre. Il est nécessaire, d'ailleurs, de s'arrêter un peu plus longuement sur les gisements de cette circonscription, tant sur les huîtrières dont l'étendue est considérable, que sur les moulières qui en dépendent. Ces dernières recouvrent, à peu de chose près, la totalité des rochers qui, situés à fleur d'eau, et toujours couverts à marée haute, proviennent du démantellement des falaises bathoniennes que l'on rencontre plus particulièrement à l'ouest de l'embouchure de l'Orne. Les huîtres portugaises n'existent dans le quartier qu'à titre de dépôt provisoire dans les différents parcs de la région.

## I. — HUITRIÈRES

Les huîtres indigènes ont été longtemps l'une des ressources les plus importantes du quartier de Caen. Jusqu'en 1887, époque à laquelle le commerce des huîtres commença à péricliter, elles occupèrent dans l'histoire économique des populations du littoral normand une place qu'elles n'ont plus à l'époque actuelle. Cette industrie jadis florissante avait sa raison d'être dans la présence d'huîtrières dépendant non seulement du quartier de Caen, mais du quartier de Saint-Vaast-la-Hougue, et dont les principales, encore fort intéressantes à l'heure actuelle, sont celles de Dives et de Courseulles. Les autres gisements, qui ont toujours été d'importance moindre, sont aujourd'hui complètement appauvris et ne présentent plus qu'un intérêt historique.

Dans tout le golfe, l'huître indigène est représentée par l'*Ostrea edulis* Linné typique et sa variété *lamellosa* Brocchi.

### I. — GISEMENTS NATURELS.

De l'est à l'ouest les gisements d'huîtres sont les suivants :

*6. Huitrière de Dives.* — Cette huitrière est le gisement le plus étendu de tout le golfe; il s'étend bien au-delà des amers officiels reproduits sur la carte annexée à ce travail, et plutôt, entre le méridien de Villers-sur-mer et celui du Home-Merville; sa limite sud dans la mer territoriale suit une ligne sensiblement parallèle à la côte et située à un mille et demi de celle-ci. Vers le large, le banc semble s'étendre à environ neuf à dix milles dans la mer commune; mais cette limite septentrionale est mal limitée, les dragages nécessaires pour s'en rendre compte n'ayant jamais été faits. La profondeur du gisement est variable de 4 à 5$^{m}$ dans sa partie méridionale, elle augmente insensiblement vers le large ou elle atteint jusqu'à 20 ou 25$^{m}$. Le fond est de nature vaso-sableuse, jonché par place de bancs plus ou moins étendus de coquilles brisées, envahies par les Serpuliens, les Tuniciers et les Cliones, si abondantes du reste dans toute l'étendue du golfe. Le gisement est plus appauvri dans le sud que dans le nord, et bien que la richesse soit loin d'être celle qu'il avait

autrefois, il est encore très productif, malgré les dommages incessants que lui causent les Astéries (*Asterias rubens* L.), si abondantes dans cette région. Les dragages effectués par les quelques bateaux qui y font continuellement la pêche, en temps autorisé, ramènent en effet une moyenne de cinquante astéries pour une huître, sans parler des autres animaux dont le parasitisme où la présence n'est pas sans influencer sur la densité de répartition des mollusques. — La présence des Astéries et des Cliones, si toutefois ces dernières sont nuisibles aux Mollusques autant qu'on a bien voulu le dire, tant qu'ils habitent leur milieu normal (1), n'est pas la seule cause qui ait présidé à l'appauvrissement du banc; il faut y ajouter l'exploitation

(1) La question de savoir dans quelles mesures les Cliones sont nuisibles aux huîtres ne parait pas absolument élucidée. Au dire des ostréiculteurs, les gisements envahis par les Cliones s'appauvrissent par le seul fait de la présence des éponges, qui serait ainsi pour l'huître un ennemi redoutable. Cette opinion a du reste été partagée par Giard (*). Mais les ostréiculteurs s'imaginent généralement que cette perforation des coquilles est l'œuvre exclusive d'un ver, opinion qui s'explique du reste d'autant plus facilement que certaines Annélides polychètes, plus particulièrement les Spionidiens, attaquent volontiers les coquilles d'huîtres, surtout, mais non exclusivement, lorsque les fonds sont de nature siliceuse; les perforations de cet ordre sont dues aux Polydores, et plus spécialement à *Polydora hoplura* Claparède, que Giard (*) a signalé le premier dans l'épaisseur des valves d'huîtres, et que Mesnil (**) considère comme une variété de *Polydora ciliata* Johnston, très commune sur les côtes calcaires du Calvados. — Si l'on ajoute à ce fait que plusieurs Polynoidiens tels que *Pholoe minuta* Fab., *Lepidonotus squamatus* Lin. par exemple, se réfugient dans les cavités creusées par les Cliones, sans toutefois qu'elles aient là un lieu de prédilection bien marqué, on conçoit facilement que les pêcheurs d'huîtres aient pu croire à l'action néfaste de ces Annélides.

Les conclusions que l'on peut tirer du travail de Topsent (***) feraient plutôt penser que les Cliones ne causent pas aux huîtres un préjudice considérable. Ce qu'il y a de certain, c'est que les attaques des Cliones n'empêchent nullement les huîtres de s'accroître et de se reproduire, du moins, tant qu'elles sont dans leur milieu normal. Il serait d'ailleurs possible que la durée de l'existence des huîtres attaquées soit abrégée, en raison des efforts incessants de l'huître pour résister au travail des éponges.

(*) Giard A. — *Deux ennemis de l'ostréiculture*, Bull. Soc. dep. du Nord. (2) IV, p. 72 et suiv. 1881.

(**) Mesnil F. — *Etude de morphologie externe chez les Annélides. — I. Les Spionidiens des côtes de France*, Bull. Sc. France et Belgique, T. 29, p. 110-287, pl. vii. 1896.

(***) Topsent E. — *Contribution à l'Etude des Clionides*, Arch. Zool. Exp. et Gén. 2e série, t. v suppl. 1888.

intense auquel il a été soumis, l'envasement et le pillage que les pêcheurs anglais eux-mêmes pratiquent de temps à autre jusque dans nos eaux territoriales, même en temps prohibé et en dépit des conventions franco-anglaises, certains d'avance que la légère amende qu'ils encourent sera largement compensée par le bénéfice d'une seule pêche.

7. *Huîtrière de Luc-sur-Mer.* — Cette huîtrière n'existe plus depuis une vingtaine d'années. Son bord méridional atteignait presque les moulières de la Folie (n° 26) et de l'Anguille (n° 27), à l'extrémité est de la commune de Langrune, à un kilomètre environ de la côte; elle était accessible à pied à cet endroit aux marées dont le coefficient est 110; mais elle s'étendait bien au large des côtes, et les archives de l'Inscription maritime de Caen précisent bien l'emplacement que ce gisement occupait en 1857 environ; elle s'étendait jusqu'à 10 milles au large, entre l'huîtrière de Dives (n° 6) et celle de Courseulles (n° 8). Actuellement complètement dépourvue d'huîtres, on n'y trouve plus que quelques *Pecten varius* vivants, des *Pecten maximus* L. représentés seulement par leurs coquilles envahies par les Cliones comme les vieilles coquilles d'huîtres, toutes recouvertes par les *Ciona* et de nombreux Serpuliens.

8. *Huîtrière de Courseulles.* — Ce célèbre gisement, qui est presque aussi étendu que celui de Dives, bien qu'il paraisse être moins étendu, était naguère très riche. Les limites en sont toutefois mieux précisées. Entièrement situé en dehors des limites de la mer territoriale, la limite méridionale du gisement est parallèle à la côte comprise entre Bernières et le phare de Ver et à trois milles au large de celle-ci. Elle est limitée ensuite, officiellement du moins, à l'est par l'alignement du clocher de Bény par celui de Bernières, à l'ouest par celui du phare de Ver par le clocher de Sainte-Croix. La limite septentrionale de l'huîtrière est mal déterminée faute de dragages suffisants, mais elle est certainement comprise entre 8 et 10 milles du littoral. D'une profondeur de $10^m$ environ vers son bord sud, le gisement augmente insensiblement sa profondeur vers le large, où il se perd par des fonds de $29^m$. La nature du fond dans toute l'étendue du gisement est variable. Vaseux au sud, le gisement est

recouvert, vers l'est surtout, de coquilles brisées; mais il est riche en galets dans ses parties septentrionale et occidentale, cette dernière région étant occupée par les galets les plus gros.

Ce gisement était autrefois le plus renommé et le plus riche du golfe. Mais sa production est aujourd'hui insignifiante, si on la met en parallèle avec la production d'antan. On retrouve ici les mêmes causes de destruction qu'à l'huîtrière de Dives, l'envasement, l'envahissement par les Astéries et les Cliones, plus considérable encore qu'au gisement de Dives. Les huîtres n'y sont pas abondantes, mais la production reste stationnaire depuis quelques années.

Malgré cet état d'appauvrissement, cette huîtrière est encore fort intéressante, et sans espérer immédiatement arriver, en quelques années mêmes, à lui rendre sa richesse aujourd'hui si affaiblie, il y aurait un avantage à règlementer d'une façon rationnelle son exploitation. Les arguments que l'on pourrait invoquer en faveur de ce projet sont du reste suffisamment intéressants pour qu'ils soient exposés ici.

Tout d'abord l'état du gisement est loin d'être le même dans ses différentes parties. Vers l'ouest et vers le sud et le sud-est, le gisement est beaucoup plus riche que dans le reste de son étendue. Les pêcheurs du littoral, ceux de Lion, Luc et Langrune en particulier font en effet la pêche aux huîtres d'une façon très fructueuse, dans une région située entre trois et six milles au large et au nord des Essarts de Langrune, dans un rayon de trois milles de l'est à l'ouest. On peut constater que ce point géographique coïncide précisément avec la partie la plus orientale de l'huîtrière, et à l'est de l'alignement Bény par Bernières qui délimite officiellement l'huitrière depuis un temps déjà considérable. On trouve d'autre part des huîtres dans le sud-ouest de l'huîtrière de Courseulles, moins abondantes, il est vrai, que dans les régions précédentes, et jusque par le travers d'Arromanches, à une distance de trois à six milles vers le large. La région nord de l'huîtrière contient moins de mollusques.

Il convient d'ailleurs d'ajouter qu'il est difficile d'avoir une densité de répartition précise des huîtres dans les régions où les

galets dominent; ces régions ne sont guère explorées par les pêcheurs, le fond n'étant pas, à cause de sa nature même, favorable à la pêche à la drague. Mais il n'en est pas moins vrai que ces fonds constituent ou pourraient constituer un ensemble de collecteurs propres à la fixation du naissain, assurant ainsi, quelle que soit l'épuisement du gisement dans les endroits accessibles à la drague, sa reconstitution, s'il était possible de le laisser en repos, et de favoriser surtout la destruction des Astéries.

Ces considérations permettent de conclure que le gisement qui tend à élargir le cercle de ses limites, plus particulièrement vers l'est et même vers le nord-est, ainsi qu'on le verra plus loin, pourrait avantageusement être l'objet des soins qu'une règlementation favoriserait certainement en tenant compte des considérations générales et conclusions exposées à la fin de ce travail.

Le dragage des huîtres n'est pour ainsi dire pas réglementé sur l'huîtrière de Courseulles, et se pratique toute l'année par quelques pêcheurs qui se sont exclusivement spécialisés dans ce genre de pêche. Le rendement suffit à peine à alimenter les parcs de Courseulles dont il sera question plus loin.

*9* et *10*. *Huîtrières de Port-en-Bessin.* — Enfin, il existait autrefois par des profondeurs de 16 à 25$^{m}$ qui sont situées en face Port-en-Bessin, et toutes les localités comprises entre Colleville-sur-mer et Marigny, tout à fait à la partie occidentale du quartier, des fonds rocheux sur lesquels on pêchait encore, il y a dix ans à peine, des huîtres et des *Pecten maximus*. Ces régions se sont peu à peu dégarnies sans qu'on en connaisse trop les causes, à tel point qu'aujourd'hui on y chercherait vainement un seul mollusque.

## II. — PARCS DE DÉPOT

Le quartier de Caen renferme quelques parcs de dépôt situés en différents points du littoral. Il n'y existe aucune installation artificielle permettant de capturer le naissain, d'y élever et d'y faire verdir l'huître.

Les parcs ne sont que des établissements où les Mollusques sont entreposés jusqu'à leur vente ou plutôt leur consommation directe, car ils appartiennent la plupart du temps à des restaurateurs. On y entrepose d'ailleurs les huîtres portugaises et les moules. Ces parcs sont situés ainsi qu'il suit :

*11. Les parcs de Dives.* — Au nombre de deux seulement et complètement abandonnés aujourd'hui.

*12. Le parc de Cabourg.* — Simple réservoir de 20$^{m}$ de long sur 8$^{m}$ 50 de large situé sur la rive gauche de la Dives, à peu de distance de son embouchure et sur la pointe de Cabourg, sorte de languette sableuse avancée entre les eaux de la Dives et celles de la Manche. Le concessionnaire y entrepose, pour sa consommation personnelle, les huîtres qu'il fait venir de Cancale, de Marennes ou des localités voisines, et d'Arcachon.

*13. Les parcs de Ouistreham.* — D'une superficie de 60 ares environ, situés sur la rive gauche de l'avant-port de Ouistreham, tout près de la mer.

*14. Le parc de Saint-Aubin.* — Inexploité depuis six ans, et qui communiquait directement avec la mer par une canalisation souterraine ; il avait à peine un are de superficie.

*15. Les parcs de Courseulles.* — D'une renommée célèbre, et fort importants en effet jusque vers 1890. On peut avoir une idée du centre ostréicole intéressant qu'était Courseulles à cette époque par le simple examen du plan de ses parcs tel qu'il fut levé en 1887. Aujourd'hui, l'importance de Courseulles est bien réduite, et les quelques parcs subsistants n'occupent plus, ainsi qu'il est facile de le voir, par le plan de ces établissements, levé en 1905, qu'une portion bien minime de l'étendue qu'ils occupaient autrefois. Les raisons de cette réduction considérable du nombre des parcs, jadis au nombre de 80 environ, tient à diverses causes dont les principales sont : l'appauvrissement des gisements, la concurrence exercée par les localités ostréicoles de l'océan, et l'impossibilité de faire vivre dans les parcs pendant plus de cinq ou six jours, les huîtres envahies par les Eponges perforantes et autres animaux, en raison des modifications de régime et plus particulièrement de salure qui rendent le milieu

vraisemblablement incompatible avec l'existence de ces derniers (1).

Les parcs de dépôt de Courseulles, ainsi qu'on peut s'en rendre compte par la figure 3, sont fort bien entretenus et d'une extraordinaire propreté. Il y a là l'exemple le meilleur du parc de dépôt typique, soigneusement aménagé.

## II. — MOULIÈRES.

Les moulières fournissent une partie considérable de la production coquillière du quartier de Caen. Il n'y existe aucun bouchot et fort peu d'établissements mytilicoles artificiels, et ce ce fait s'explique par la grande abondance des gisements naturels, qui de Dives à Port-en-Bessin, et même au delà forment

(1) Transportées dans les parcs de dépôt, les huitres draguées sur les gisements du golfe du Calvados sont dans des conditions très différentes de celles dans lesquelles sont placées les huîtres des parcs de la côte de l'Océan. — Les régimes auxquels elles sont soumises ne sont pas comparables.

Sur les côtes de l'Océan, l'huître indigène est habituée, *adaptée*, aux variations incessantes de régime qu'implique son habitat, *la zone supralittorale*, définie au sens précis que Ferronnière (*) a attribué à ce terme dans un remarquable et intéressant travail. Elle s'est adaptée insensiblement à une existence où l'alternance des milieux aérien et aqueux et les variations de salure sont favorables à son éducation.

Dans le golfe du Calvados, l'huître n'habite pas la zone supralittorale, elle habite très nettement et presque exclusivement la zone des Laminaires, les dragages effectués dans la zone des Nullipores, ne l'y ayant jamais rapportée. Elle n'est donc pas soumise aux influences de l'alternance des milieux et des modifications de salure, pas plus, ce qu'il est important de noter, que toute la faune qui habite presque toujours sa coquille, ou qui, accidentellement, s'y hospitalise. Transportées dans les parcs, ces huitres et toute la faune dont elles sont richement pourvues sont subitement placées dans des conditions biologiques différentes de celles où elles étaient antérieurement. — Sans doute, elles n'y subissent pas plus qu'en mer l'influence de l'alternance des milieux, mais elles y subissent des modifications où la pression et la différence de salure doivent être les premiers facteurs à entrer en ligne de compte, en raison de l'intensité des pluies ou de l'évaporation. Normalement l'huître résiste; mais en est-il de même de toute la faune pour laquelle sa coquille sert de refuge ou d'habitat accidentel? — Les Cliones et

(*) Ferronnière G. — *Etudes Biologiques sur les zones supralittorales de la Loire-Inférieure*, Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest. Nantes, p. 1-454, pl. I-VI. 1901.

une suite presque ininterrompue. Ces gisements sont l'objet d'une exploitation constante de la part des populations du littoral qui utilisent les moules tant au point de vue de l'alimentation que pour l'engrais des terres. Suivant la nature des conditions biologiques, ces moulières sont plus ou moins garnies, mais le naissain s'y renouvelle si facilement et avec une telle abondance, qu'il n'y a pas à craindre que cette richesse littorale ne disparaisse de sitôt. La figure 4 donne une idée du facies général de toute ces moulières. Elle représente, au devant des falaises bathoniennes qui forment le dernier plan, une partie de la moulière naturelle comprise entre Luc et Lion-sur-mer. Suivant les endroits, les moules sont plus ou moins appréciées, quant à leur qualité, par les consommateurs, à ce point que l'usage que l'on fait des moules comme engrais surpasse de beaucoup en importance celui qu'elles ont à titre d'alimentation.

les Annélides (Serpuliens, Spionidiens, Térébelliens tels que *Lagisca extenuata* Grube, Polynoïdiens tels que *Pholoe minuta* Fab. et *Lepidonotus squamatus* Lin. qui sont fréquentes sur les huîtres, sans du reste leur causer le moindre préjudice) résistent-elles, et dans quelles mesures, à ces variations? On ne saurait ici appliquer rigoureusement les conclusions intéressantes de Ferronnière sans faire au préalable une étude locale de la question, les conditions biologiques n'étant pas absolument les mêmes que pour les Annélides étudiées par l'auteur, qui ne s'est du reste pas occupé des Cliones et pour lesquelles la question est entièrement à traiter, étant donné le peu de choses que l'on sait quant à leur existence en espace limité dans les eaux sursalées ou de salure atténuée. — Mais il est vraisemblable qu'il doit y avoir, quant aux Cliones et aux Annélides, une corrélation entre leur existence et l'intensité des variations du milieu auxquelles elles sont obligées de se conformer, même lorsque ces variations sont progressives; les huîtres attaquées, en effet, par les Cliones et les Annélides ne vivent pas plus de cinq à six jours dans les parcs, et ce fait, d'une observation courante chez les ostréiculteurs du golfe du Calvados, pourrait peut-être s'interpréter par l'altération que subit l'eau des parcs dans le voisinage immédiat des mollusques, en raison de la décomposition de leurs animaux satellites ou parasites, altération néfaste aux mollusques par suite de l'empoisonnement auquel ils sont sujets. Ceci trouverait dejà une confirmation dans ce fait que les huîtres non attaquées par les Cliones et les Annélides résistent fort bien lorsqu'elles sont entreposées dans les parcs. Les parcs de Courseulles sont d'ailleurs alimentés actuellement par des huîtres importées des centres producteurs de l'océan, l'appauvrissement des bancs du golfe, et l'impossibilité de conserver l'huître régionale dans les parcs étant les raisons mêmes de ce mode d'approvisionnement.

Toutes les moules de la portion du littoral situé à l'ouest de l'embouchure de l'Orne sont d'ailleurs richement pourvues de *Pinnothères* et abondamment parasitées par le *Nematopsis Schneideri* Léger, que Léger lui-même y a signalé il y a deux ans (1).

Les moulières qui longent le littoral, à une distance moyenne de 200$^{m}$ des falaises ou des dunes du littoral, sont établies sur les roches calcaires toujours découvertes pour la plupart aux basses marées. Ces moulières peuvent se répartir en trois séries sensiblement continues :

1° La première est située à l'est de l'embouchure de la Dives, entre Houlgate et Villers-sur-mer, elle comprend :

*16. La moulière de Villers* qui renferme quelques gisements à plat, et qui est, la plupart du temps, envahie par les sables; elle est actuellement déclassée.

*17. Les moulières d'Auberville et de Gonneville*, situées en face des localités portant ces noms, qui renferment également quelques gisements à plat et de superficie insignifiante, et qui sont actuellement abondamment garnies de moules comestibles.

En dehors de cette première série de gisements, il convient de citer que dans les régions avoisinant le point 18 indiqué en bleu dans l'est de l'huitrière de Dives, on recueille des moules excellentes et de fortes dimensions.

2° La deuxième série s'étend d'Hermanville, à quelques kilomètres à l'ouest de l'embouchure de l'Orne, à Courseulles, et forme ainsi un vaste banc moulier à peine interrompu ça et là par des intervalles sablo-vaseux où le sable domine en fortes proportions. Ces moulières sont :

*19. Moulière de la Ronde.*

*20. Moulière d'Hermanville.* — Ces deux moulières sont entièrement recouvertes d'un naissain abondant sur une légère couche de vase.

(1) Léger (L.) — *Sporozoaire parasite des Moules et autres Lamellibranches comestibles* C. R., Ac. Sc. T. 137, p. 1003-1006. J'ajouterai ici d'ailleurs que ce parasite n'est nullement particulier aux côtes de la Manche, et que je l'ai retrouvé dans les moules de la baie de Bourgneuf et dans celles de l'île de Ré.

21. *Moulière de Lion-sur-mer*, située en face le village de ce nom ; elle possède actuellement quelques moules ; le naissain, qui commence à paraître, y est peu abondant.

22. *Moulière de l'Aiguillon.*

23. *Moulière du Capet.*

24. *Moulière de Figard.* — Ces trois moulières qui reposent sur fond calcaire et rocheux, sont actuellement trop pauvres en moules comestibles pour être livrées à l'exploitation.

25. *Moulière du Quihoc*, située en face Luc-sur-mer ; elle ne découvre qu'aux marées les plus fortes, et est recouverte d'un naissain très abondant dans ses parties rocheuses et vaseuses, au moins sur les deux tiers de son étendue.

26. *Moulière de la Folie*, située en face Langrune, sur fond de roches ; elle est garnie d'un naissain abondant et de grosses moules comestibles.

27. *Moulière de l'Anguille*, située aussi en face Langrune, également recouverte de naissain abondant et de grosses moules malheureusement impropres à l'alimentation, parce qu'elles reposent sur un fond de vase de 30 à 50$^{cm}$ d'épaisseur.

28. *Moulière des Grouins.* — Elle est située au nord de Saint-Aubin-sur-mer, sur les îles de Bernières dont elle n'est que la partie la plus orientale. Il existe du reste des moules en quantités variables suivant les années sur toutes ses roches, ainsi que sur les Essarts de Langrune, autre îlot rocheux situé au nord de Langrune et Saint-Aubin. Les moules y sont très grosses, mais impropres à l'alimentation par suite de l'abondance de la vase.

On ne trouve ensuite plus de moules entre Courseulles et Arromanches, bien qu'il soit nécessaire de signaler ici, pour être complet et à titre de simple indication, qu'il existait autrefois des moules sur les rochers situés entre Saint-Côme-du-Fresné et Asnelles, et que l'on trouve encore aujourd'hui, dans les fosses de la Margueritte (29) et de Courseulles (30) des moules de petite taille qui ne sont pas exploitées ; il en est d'ailleurs de même sur les fonds d'Espagne (31) entre Arromanches et Saint-Côme-du-Fresné.

La troisième série de moulières s'étend de Tracy-sur-mer

à la Chapelle Saint-Siméon à quelques kilomètres vers l'ouest au delà de la commune de Sainte-Honorine. — Elles forment une zone rocheuse continue qui découvre entièrement à toutes les grandes marées. Toutes les moulières du syndicat sont à plat et sur fond rocheux, elles portent les noms mêmes des localités situées en face d'elles.

*32. Moulière de Tracy-sur-mer.* — Elle a 2 kilom. et demi de longueur. Les moules et le naissain y sont très abondants : on y recueille actuellement d'excellentes moules comestibles.

*33. Moulière de Manvieux.* — Elle a 1 kilom. et demi environ de longueur, et est couverte d'abondantes moules comestibles.

*34. Moulière de Longue.* — Sa longueur est de 600$^{m}$ environ ; les moules et le naissain y sont peu abondants.

*35. Moulière de Marigny.* — D'un kilom. et demi de longueur; abondamment garnie de moules comestibles.

*36. Moulière de Commes.* — De 2 kilom. et demi environ. La partie occidentale, comprise entre le Bouffay et la goulette de Vary ne contient que peu de moules propres à la consommation, mais elle est couverte de naissain abondant; l'autre partie, s'étendant de la goulette de Vary en gisement de Port-en-Bessin, est au contraire dépouvue de naissain, mais abondamment pourvue de moules propres à la consommation.

*37. Moulière de Port-en-Bessin.* — D'un kilom. de longueur environ; elle est abondamment garnie de naissain et de moules comestibles.

*38. Moulière de Huppain.* — Elle a trois kilom. et demi de longueur; abondamment garnie de mollusques, sauf entre le môle ouest de Port-en-Bessin et le sémaphore.

*39. Moulière de Sainte-Honorine.* — Elle a 3700$^{m}$ de longueur, et très richement pourvue de moules comestibles. Le naissain n'y est guère abondant.

Sur toutes ces moulières, la pêche des moules comestibles se fait exclusivement au couteau ; celle des moules qui sont destinées à l'engrais des terres se fait à la poignée, au petit chalut, au rateau, ou par tous les moyens mis à la disposition des cultivateurs. Elles sont enlevées par des tombereaux circulant à marée basse sur les moulières.

Ces différents plateaux producteurs de moules sont d'ailleurs sujets à l'envasement, on les livre alors de temps à autre aux agriculteurs, afin d'en favoriser le nettoyage.

## III. — COQUILLES DIVERSES

Le littoral du quartier de Caen produit divers autres mollusques comestibles ; disséminés çà et là, dans les sables, les vases et les roches du littoral. Certains de ces mollusques sont localisés à certains endroits, et il convient de citer à cet égard, les fléons *(Donax anatinum* Lam.), que l'on rencontre en abondance sur les plages de sable comprises entre Blonville, à la limite orientale du quartier, et les bancs de Merville, à l'embouchure de l'Orne, et entre Ouistreham et Lion-sur-mer ; les sourdons *(Cardium edule* L.), qu'on rencontrait autrefois à l'embouchure de la Dives et qui se pêchent actuellement à l'embouchure de l'Orne, et en général dans tous les sables du quartier ; les couteaux *(Solen vagina* L. et *Solen ensis* L.) se rencontrent sur les plages de Ouistreham et de Lion-sur-mer, les palourdes *(Tapes decussata* L.) assez rares dans cette région, se rencontrent sur les plages de Ouistreham et de Colleville, le bigorneau *(Littorina littorea* L.) sur les roches d'Hermanville, de Lion et sur les Essarts de Langrune ; les coquilles Saint-Jacques *(Pecten maximus* L.) qui se pêchaient autrefois dans la région de Dives et le nord-est du gisement de Courseulles ont totalement disparu, les petoncles *(Pecten (Chlamys) varius* L.) en petites quantités, dans les régions explorées par la drague.

Le Poulpe *(Octopus vulgaris* Lam.) si abondant ces dernières années dans le golfe du Calvados, n'y est pas l'objet d'une consommation, mais est utilisé pour l'amorçage des lignes.

## IV.

### Quartier de la Hougue.

Le quartier de la Hougue avait autrefois une importance beaucoup plus considérable que celle qu'il possède actuellement,

sans cependant que cette importance ait été jamais comparable à celle qu'a possédée et que possède même encore aujourd'hui le quartier de Caen. La production moulière est d'ailleurs restée importante, grâce aux conditions très spéciales et très favorables que la baie d'Isigny offre au développement rapide et fécond des moules. Il n'en est pas de même au point de vue ostréicole, la la production du quartier étant actuellement à peu près nulle.

## I. — HUITRIÈRES

Voici, quoi qu'il en soit, un résumé de ce que l'on sait sur l'histoire ostréicole du quartier de la Hougue.

### I. — GISEMENTS NATURELS

Les Archives de l'Inscription maritime de la Hougue ne contiennent que peu d'indications quant à la présence d'huîtrières importantes dans toute l'étendue du quartier, avant 1856. Toutefois les pêcheurs affirment que depuis 1816, les huîtres étaient exploitées d'une façon presque ininterrompue dans de nombreuses régions du quartier, et Wolf (1) signale que des gisements très importants existaient vers 1830 sur le banc de Guinehaut dont il sera question plus loin. En tous cas on a aussi la certitude que, bien avant 1855, des huîtrières importantes étaient exploitées sur les rochers de Grandcamp, à l'emplacement même des moulières actuelles et plus au large. Ces huitrières dont les emplacements sur la carte ne doivent être considérés que comme approximatifs, étaient :

*40. Huîtrière de la Percée.* — C'était le plus considérable de tous les anciens gisements du quartier. Il était situé à 6 kilom. de Grandcamp, en face la commune de Saint-Pierre-du-Mont. Ce gisement, qui avait environ 30 kilom. carrés de superficie, (7 kilom. N. S. sur 4 kilom. E. O.) était situé à une profondeur

(1) Wolf. — *Notice sur l'ostréiculture dans le quartier de la Hougue. Revue maritime*, t. 35, p. 209-227. 1897.

moyenne de 12 à 15$^{m}$. Il fut exploité fructivement de 1856 à 1874.

*41. Huîtrière de Guinehaut.* — Beaucoup plus petite, de 3 kilom. carrés seulement de superficie. Cette huîtrière était située à 1500$^{m}$ du rivage au nord de la commune de Maisy. Elle n'était alimentée que par les huîtres adultes venant du large, que les courants et les lames de fond amenaient sur les roches d'une façon continue. L'exploitation fut intense jusqu'en 1862, époque à laquelle le banc commença à s'appauvrir et s'appauvrit à tel point que l'Etat y installa en 1866 et 1867 une réserve de 6 hectares environ. Les essais ne réussirent pas, ce qui fut constaté par des rapports officiels de 1871, parce que les moules envahirent la concession, et parce que les marins que l'on autorisait à pêcher les moules volèrent également les huîtres, et amenèrent à néant sa production en 1875. Les tentatives privées de repeuplement eurent lieu en 1874 et 1894, mais les mêmes causes entraînèrent l'insuccès rapide des détenteurs.

*42. Huîtrière de la Fosse*, qui avait 4 kilom. carrés environ de superficie, et située approximativement en face les communes de Géfosse et de Fontenay. Ce gisement fut exploité de 1856 à 1875.

*43. Huîtrière de Lestre.* — C'est un ancien banc naturel dont il ne reste plus rien à l'heure actuelle, et qui était situé sur les rochers du même nom, au nord-est de Quinéville, au sud de l'anse du Cul-de-Loup, et à 1500$^{m}$ de la côte. Ce banc ne découvrait qu'aux grandes marées d'équinoxe. La population se rappelle qu'à une époque très ancienne, dont elle ne peut préciser la date, les huîtres y existaient en grande abondance; du reste les tempêtes ramènent fréquemment sur cette côte des huîtres provenant du large, et dont la provenance exacte est ignorée des pêcheurs. Il se produit dans cette région le même phénomène que celui qui se produisait jadis sur le banc de Guinehaut, et qui se produit encore, ainsi que nous le verrons à la fin de ce travail, dans la partie méridionale du banc de Dives.

II. — PARCS D'ENGRAISSEMENT ET DE DÉPOTS

Beaucoup de ces parcs sont complètement inexploités à l'heure actuelle, surtout ceux des environs de Grandcamp. A part ceux qui existaient jadis à Réville, au nord de Saint-Vaast et qui n'existent plus depuis 1874, les parcs du quartier sont répartis aux points suivants :

*44. Deux parcs* situés à l'ouest de Grandcamp, de 600$^{m}$ chacun et abandonnés depuis 1895.

*45. Trente-trois parcs*, situés près du fort Samson, à 200$^{m}$ plus à l'ouest, construits en 1871-1872 et abandonnés définitivement par le concessionnaire depuis 1901.

*46. Parcs de l'anse du Cul-de-Loup*, dans lesquels on élève actuellement les huîtres provenant de Cancale, d'Auray, de Marennes ou d'Arcachon; ils sont situés entre le fort de la Hougue et le rivage compris entre Saint-Vaast et Morsalines. On y élève les huîtres indigènes, cet élevage étant favorisé par la tranquilité relative des eaux de la baie.

*47. Parcs de la Tocquaise et de la Couleige.* — Ils occupent une vaste surface de 1400$^{m}$ sur 1700$^{m}$ dans le détroit compris entre l'île de Tatihou et la côte situés au nord de Saint-Vaast; leur fond sablonneux ou vaseux se prête bien au développement de l'huître que l'on cultive et que l'on y entrepose.

C'est donc à ces deux groupements, comptant 105 parcs, que se réduit actuellement toute l'importance ostréicole du quartier de Saint-Vaast.

## II. — MOULIÈRES

Les moulières du quartier ont au contraire conservé toute leur importance. Elles constituent même une des ressources les plus considérables des pêcheurs de Grandcamp et de la baie d'Isigny. En suivant la côte dans le sens où nous l'avons déjà suivie, la succession des moulières est la suivante :

*48. Moulière de Vierville.* — Elle a 3 hectares de superficie

et s'étend sur un demi kilomètre de la côte, en face les villages de Vierville et de Louvières. Elle repose sur un fond de pierre et de sable et découvre à toutes les marées. Elle est garnie de petites moules densément réparties sur certains espaces clairsemés du gisement. Elles ne parviennent jamais à de fortes dimensions.

*49. Moulière de l'Equerre.* — Elle est située à 3 kilom. de Grandcamp, presque en face Cricqueville, entre l'extrémité est des roches de Grandcamp et la partie de la plage comprise entre le Varrey et la pointe du Hoc. Elle a 325$^{m}$ de longueur sur 125$^{m}$ de largeur au maximum. Elle découvre à toutes les marées, sa région septentrionale conservant seule 20$^{cm}$ d'eau. Le centre est occupé par un banc de sable sur lequel les moules deviennent beaucoup plus belles que sur tout le reste de son étendue.

*50. Moulière du Cul des Barques.* — Elle ne découvre jamais et est toujours recouverte d'un mètre d'eau aux marées les plus basses. Elle est située à l'ouest de la pointe la plus avancée vers le nord des roches de Grandcamp. Les moules n'y sont pas abondantes.

*51. Moulière du Clos-Persil.* — C'est une moulière de 8 hectares environ de superficie, s'étendant sur 408$^{m}$ environ de l'est à l'ouest. Son fond est sablo-rocheux. Elle est située à 4 kilom. de l'Equerre et à 1 kilom. de la plage (lieu dit île Mathieu).

*52. Moulière de l'île Renié.* — Ce gisement, situé à 300$^{m}$ à peine à l'ouest du gisement du Clos-Persil, est situé à 800$^{m}$ environ de la plage, au nord de la commune de Maisy. Elle occupe, sur fond de roche et de sable, un espace à peu près carré de 16 hectares de superficie, et découvre à toutes les marées.

*53. Moulière de Guinehaut.* — Ce gisement est très important, et possède une étendue considérable ; il atteint en effet au moins 3 kilom. carrés de superficie sur une longueur de 2 kilom. environ. De tous les gisements mouliers de la baie d'Isigny, c'est lui qui est le plus au large. Il était primitivement moins étendu et résulte de la réunion, survenue en 1885, de l'ancien banc de Guinehaut qui était plus petit, avec l'ancien banc de la Vigie, qui avait environ 25 hectares de superficie, et qui était

situé au nord de la Vigie de Maisy. Le banc tout entier est actuellement situé à 2 kilom. et demi environ de l'île Renié et à 1 kilom. de la plage (lieu dit le Poulier). Ce banc découvre à toutes les marées, mais conserve par endroit jusqu'à 60$^{cm}$ d'eau et est même plus profond au lieu dit les Mares, situé vers l'est. Le gisement repose sur fond de sable et de cailloux, le sable devenant vaseux lorsqu'on se dirige vers la plage.

*54. Moulière de la Fosse.* — C'est une moulière beaucoup plus petite que la précédente, de quelques hectares seulement de superficie, et toujours recouverte par 1$^{m}$ d'eau au niveau des plus basses mers. Elle est situé à 100$^{m}$ à peine de l'extrémité ouest du banc de Guinehaut, à 2 kilom. de la plage (route de la Bissière). Son fond est rocheux et sablo-vaseux.

*55. Moulière du Chenal.* — Elle est située dans le Chenal même résultant de la réunion des eaux de l'Aure et de la Vire. Elle ne découvre pas et repose sur un fond de sable et de cailloux; c'est une moulière de formation récente; elle s'est constituée en 1901 et a donné de suite d'excellents produits. Elle tend du reste à envahir le Chenal tout entier, et s'étend actuellement de la bouée 2 à la bouée 5, avec branche adjacente, chargé d'un naissain assez clairsemé, de la bouée 2 à la bouée 1.

*56. Moulière de l'Ilette.* — Elle est située dans la baie d'Isigny, en face la commune des Veys; elle s'étend sur 1500$^{m}$ de longueur et 150$^{m}$ de largeur, dans une direction sensiblement nord-sud. Elle repose sur fond de sable, et ne découvre jamais, recouverte qu'elle est par une hauteur moyenne de 2$^{m}$ 50 d'eau aux plus basses marées. C'est cette moulière qui est le berceau du fameux *Caïeu* d'Isigny, qui existe en beaucoup moins grande abondance à l'heure actuelle. Ce banc, qui a été déclassé en 1875, à la demande unanime des pêcheurs de la région, constitue une réserve extrêmement importante que les pêcheurs exploitent lorsque le gros temps les empêche d'aller au large. Elle est du reste extrêmement féconde, et malgré l'exploitation intensive à laquelle elle est soumise, elle est à peu près constamment recouverte par les moules qui y acquièrent jusqu'à 12$^{cm}$, la plupart conservant la forme presque typique de l'ancien Caïeu.

*57. Moulière de l'Ecore de Courcy.* — Avec celle-ci se

termine la série des moulières de cette vaste baie. Elle est située tout à fait au sud de la baie, et repose sur un fond de sable très vaseux où les moules sont cependant excellentes. Elle a à peu près 1 kilom. de longueur sur 300$^{m}$ de largeur et occupe la partie sud du banc Feraillon, où elle découvre à toutes les marées.

Ces cinq dernières moulières sont comprises dans la baie d'Isigny, vaste estuaire qui reçoit les eaux de l'Aure et de la Vire, de l'Ouve et de la Toute réunies pour former la rivière de Carentan.

L'extrême instabilité des bancs de cette baie a pour conséquence l'instabilité des gisements de coquilles qui en font la richesse; il en résulte que le plan de la baie ne peut être considéré comme vrai que pendant un temps très court; en effet, les grandes marées d'équinoxe et les crues d'hiver des quatre rivières qui s'y jettent modifient incessamment la disposition de la baie, supprimant les bancs ou en formant d'autres, comblant les passes ou leur faisant prendre d'autres directions. On peut se faire une idée de la rapidité de ces modifications par le fait que la passe des Dames, qui, il y a un an à peine, réunissait les passes de Carentan et d'Isigny, est aujourd'hui complètement comblée depuis le mois de novembre 1905. Actuellement la baie ne comporte donc plus qu'un seul banc, le grand banc de Fer, sorte de langue sablo-vaseuse immense et très avancée vers le nord, séparée des bancs de la côte par les deux passes de Carentan et d'Isigny. Seuls trois petits bancs existent encore au nord de la baie, séparés de la côte du Cotentin par la passe du Nord.

La production coquillière des bancs cités plus haut est considérable ; elle atteint annuellement une moyenne de 32000 hectolitres et tend toujours à augmenter. Les différentes moulières sont exploitées presque exclusivement par les populations riveraines des syndicats de Grandcamp et d'Isigny, qui les expédient dans les départements voisins, le commerce jadis très prospère que ces populations pratiquaient avec Paris et le centre de la France étant aujourd'hui moins important qu'autrefois, les moules de diverses autres régions y étant vendues comme Caïeu d'Isigny et leur faisant concurrence.

Les autres moulières de la région sont situées sur la côte du Cotentin. Elles sont dispersées en ligne droite, longeant la côte à une distance moyenne de 700 à 800$^{m}$ de la laisse des hautes mers d'équinoxe, et établies sur fond de rochers. Ces gisements sont les suivants :

*58. Moulière de Ravenoville* ou *la Truie.* — Située au nord-est de Ravenoville. Elle en a 3 ou 4 hectares de superficie et ne découvre qu'aux grandes marées d'équinoxe.

*59. Moulière des Ponts.* — De trois à quatre hectares également, et qui ne découvre qu'aux grandes marées.

*60. Moulière de Cava.* — Elle découvre à presque toutes les marées, et atteint 10 hectares de superficie.

*61. Moulière de Saint-Marcouf* ou *Vaillant-Mariage.* — Elle a six hectares de superficie; elle est située en face Saint-Marcouf et découvre à toutes les marées.

*62. Moulières de l'Ecore d'Amont, de Longchamps, de Beccu et du Haut Rocher.* — Elles sont à peu près d'égale étendue et ne forment en réalité qu'un seul gisement situé en face l'ancien fort, aujourd'hui déclassé, de Saint-Marcouf. — Leur superficie totale atteint 28 hectares, et le fond, de nature rocheuse, est sans aspérités. Elles découvrent à toutes les marées sauf la première, qui ne découvre qu'aux marées les plus fortes.

*63. Moulière de Fontenay* ou *l'Ecore d'Aval.* — Elle s'étend sur deux hectares et ne découvre qu'aux grandes marées.

*64. Moulière de Bavoièchien.* — Elle est située en face la dune de Fontenay et son sommet dépasse de 1$^{m}$80 environ le niveau des autres moulières. Elle a une étendue de 4 à 5 hectares.

*65. Moulière de Quinéville* ou *Pharmaro.* — Elle est comprise entre les Tarets de Fontenay et de Quinéville, située sur fond rocheux, d'une superficie d'un hectare seulement, et découvre à toutes les marées.

*66. Moulière de Lestre.* — Elle est située sur l'emplacement de l'ancienne huîtrière du même nom, à 1500$^{m}$ environ de la plage. C'est la seule moulière de la région qui soit véritablement isolée de toutes les autres.

Au nord de Saint-Vaast, il n'y a que deux moulières :

*67. Moulière de la Petite Neau.* — Elle est située en face du feu fixe de la pointe de Saire et établie sur fond de roches.

*68. Moulière de Dranguet.* — En face la pointe du même nom; sur le parallèle de la commune de Réville, à un mille du littoral. Toutes les moules y sont de bonne qualité.

Enfin, il ne reste plus à indiquer, à titre historique, que deux gisements situés plus au nord, où l'on ne trouve plus rien à notre époque.

*69. Moulière du Moulard.*— Située sur le rocher de ce nom. On y draguait, il y a à peine dix ans, de très belles moules, par douze mètres de profondeur.

*70. Moulière du Plateau des Antiquaires.* — On en eut seulement connaissance en 1901, époque à laquelle on y dragua subitement 4000 kilogrammes de moules comestibles. La production diminua de moitié en 1902; l'exploitation rapide de ces deux années suffit pour en provoquer l'anéantissement.

## III. COQUILLES DIVERSES.

Les autres mollusques comestibles se rencontrent un peu partout, dans les plages ou les rochers du quartier. Les patelles, (*Patella vulgata* L.) se rencontrent sur les bancs mouliers de Grandcamp et sur les rochers du syndicat de Barfleur; les bigorneaux (*Littorina littorea* L.) sur les bancs rocheux de Grandcamp, sur le point culminant du Ralon (extrémité la plus avancée vers le nord du Grand Banc de Fer), sur les moulières de l'est du Cotentin et sur les roches de Barfleur; les palourdes (*Tapes decussata* L.) en petite quantité dans le syndicat de Carentan; les couteaux (*Solen vagina* L. et *Solen ensis* L.) ont été abondants de 1893 à 1899, sur le banc de la Rouelle, à l'est de la passe d'Isigny; ce banc est devenu moins important et très nomade, suivant les variations incessantes des bancs de la baie. Les Sourdons (*Cardium edule* L.) forment une partie importante de la production coquillière de la baie d'Isigny. Ils existent en grande abondance sur le banc de la Rouelle, sur le banc Feraillon, et toutes les plages comprises entre le grand Vey et l'entrée du chenal de Carentan. Plus au nord, on les rencontre encore dans l'anse du Cul de Loup et sur la plage, en face Lestre et Aumeville. .

Indépendamment de cette production coquillière, il convient de citer qu'aux îles Saint-Marcouf, on pêche en quantités assez considérables des Crustacés de grande taille (Homards et Langoustes), surtout aux marées d'équinoxes. Un réservoir à Crustacés, situé à 300$^{m}$ au nord du Banc de Grandcamp et d'un are de superficie fut exploitée pendant 10 ans.

## CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES ET CONCLUSIONS

A cet aperçu rapide de l'ensemble des gisements du golfe du Calvados, il ne sera pas inutile d'ajouter ici un résumé des prinpales particularités du golfe, et d'en déduire, au point de vue particulièrement ostréicole, les raisons qui devraient provoquer les modifications urgentes à apporter dans le régime légal de leur exploitation.

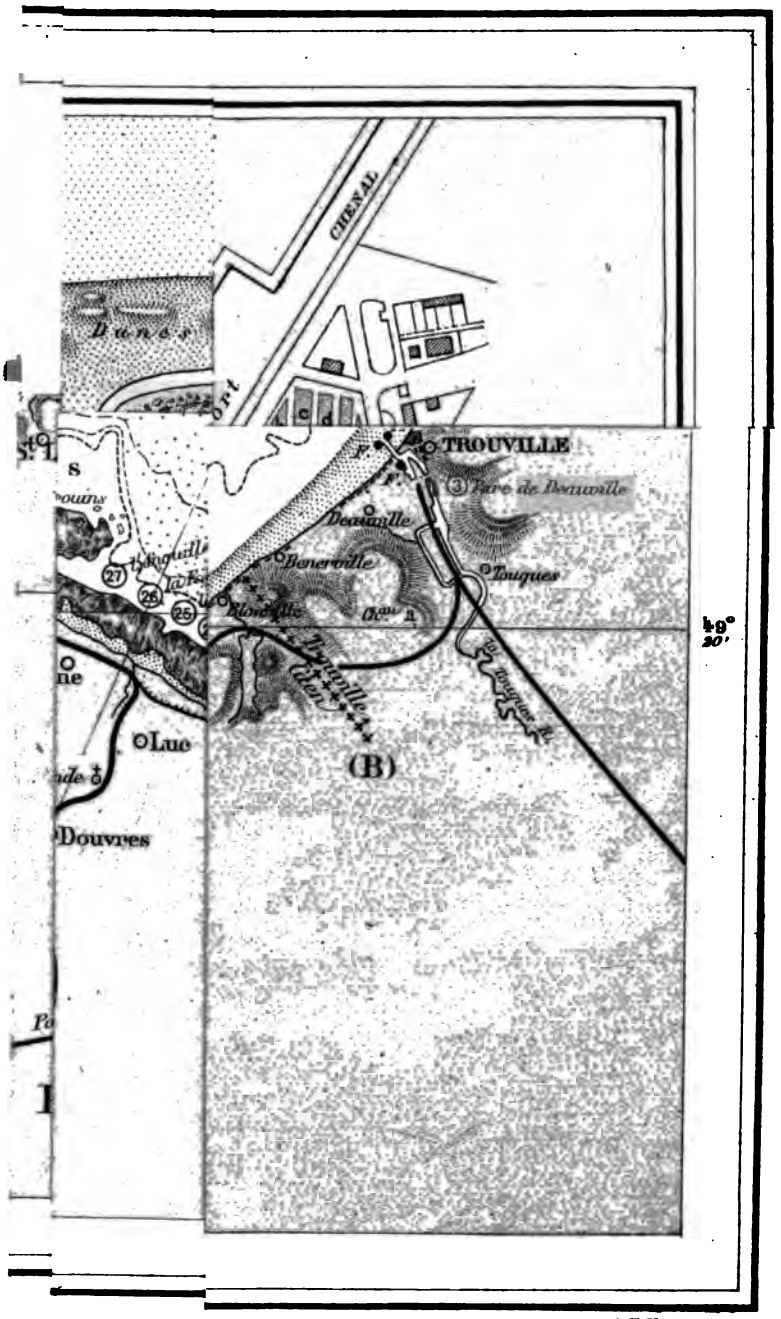
Restriction faite de l'huîtrière de Dives, dont la limite méridionale apparente s'étend à un mille et demi du littoral, les huîtres ne se rencontrent plus actuellement dans le voisinage immédiat de la côte. On peut même affirmer que dans la limite territoriale des eaux du golfe, il n'a jamais existé de véritable gisement d'huîtres. Nous avons vu, en effet, que les anciens gisements de l'entrée de la baie d'Isigny n'étaient alimentés que par les huîtres que la violence de la mer amenait des huîtrières situées au large, que le gisement de Courseulles est entièrement en dehors de la mer territoriale, ainsi que les anciens gisements situés au large de Port-en-Bessin et des localités avoisinantes. L'ancienne huîtrière de Luc, située au large entre les bancs de Dives et Courseulles, a dû être, vraisemblablement, l'unique raison de la présence des huîtres dans le voisinage immédiat du littoral entre les moulières de l'Anguille et de la Folie; on en trouve plus une seule actuellement, et celles qu'on y a pêchées ont dû y être apportées par le flot; dans le cas de l'huîtrière de Dives, on peut conclure dans les mêmes termes pour de multiples raisons : d'abord on n'a jamais dragué de naissain d'huîtres entre un mille et demi et trois milles au large des côtes, puis les huîtres sont généralement isolées et non fixées à un substratum;

FIG. 1. — La moulière d'Hennequeville. (Cliché Neurdein frères), Paris.

FIG. 2. — Les moulières des Roches Noires, au nord de Trouvil
(Cliché Neurdein frères), Paris.

Fig. 3. — Vue des Parcs à huîtres de Courseulles. (Cliché Neurdein frères), Paris.

Fig. 4. — Aspect des moulières entre Luc-sur-mer et Lion-sur-mer. (Cliché Bréchet), Caen.




A. Tollemer, del.

elles sont toujours plus abondantes, au dire des pêcheurs du moins, après les périodes de tempête venant du large. Il convient d'ailleurs d'ajouter que la mer est presque toujours violente dans les parages de Dives et de Cabourg et par conséquent favorable à l'apport des huîtres dans la zone territoriale. Ceci autorise à penser que le gisement de Dives est, au même titre que les autres gisements du golfe, entièrement situé dans la mer commune et que partout, (le fait se produit encore de nos jours sur la côte orientale du Cotentin), les huîtres que l'on trouve dans nos eaux territoriales ne proviennent que du balayage des fonds par les lames, dont la violence fréquente est en raison de l'intensité des tempêtes venant du large.

Dans la mer commune, par des profondeurs inférieures à 30$^{m}$, on trouve des huîtres dans toute l'étendue du golfe; les gisements précédemment énumérés ne sont donc que les régions particulières d'un banc immense, appauvri dans certains points, encore productif dans certains autres, où la densité de répartition des mollusques est actuellement la plus grande. C'est ce qu'indique un simple coup d'œil jeté sur la carte, où les croix rouges, plus ou moins densément réparties, marquent l'emplacement de la zone huîtrière, fragment de l'ancien banc qui longeait autrefois, dans presque toute leur étendue, les côtes de la France occidentale.

Ces premières conclusions entraînent cette conséquence qu'une règlementation rationnelle de l'exploitation des bancs ne saurait avoir d'efficacité qu'à deux conditions s'éliminant mutuellement soit : *le recul de la limite internationale de pêche,* soit *la constitution d'une réglementation protectrice internationale, ou plus particulièrement franco-anglaise.*

Or, actuellement, l'exploitation des bancs huîtriers de la région n'est pas soumise à d'autre réglementation que celle qu'un accord franco-anglais stipule à peu près invariablement, en interdisant annuellement le dragage des bancs pendant une période de trois mois à peine, de juin à septembre, et à laquelle ne se conforment pas toujours les pêcheurs français et même anglais qui viennent y draguer en temps prohibé. On conçoit facilement que neuf mois périodiquement annuels de

dragages pratiqués même par un petit nombre de bateaux spécialement armés pour cette pêche, et qui la pratiquent d'une façon continue, ne contribuent pas pour peu à l'appauvrissement des bancs, déjà envahis par des Astéries qui, abondamment amenées par les dragues, sont toujours rejetées à l'eau, afin d'éviter l'encombrement des embarcations et en dépit des recommandations de l'Administration de la Marine.

Il faudrait donc, en conséquence, *limiter beaucoup plus la durée de la saison de pêche, encourager, par l'allocation de primes, la destruction des Astéries*, et montrer aux populations du littoral l'usage que l'on peut faire de celles-ci comme engrais. Le service ainsi rendu aurait une double portée : *la protection des gisements naturels et l'ameublement du sol.*

La lutte contre les Cliones reste seule impraticable. On ne peut songer à les détruire sur les gisements, et le filtre indiqué par Topsent (1) ne trouve aucune application dans toute l'étendue du golfe, puisqu'il n'y existe aucun vivier, pas plus au-dessus qu'au-dessous du niveau de balancement des marées de sygizies que les Cliones ne dépassent pas, et il n'y a aucune crainte de voir pénétrer ces dernières dans les parcs de dépôts par d'autre voie que celle du déversement des huîtres attaquées. Le lavage à l'eau douce, conseillé par Topsent (1), condamne irrémédiablement les Cliones avant le dépôt des huîtres dans les parcs, mais n'en laisse pas moins persister dans les coquilles, les débris des tissus morts des éponges, lesquels sont suffisants pour empoisonner l'eau et limiter à quelques jours la durée de l'existence des huîtres entreposées. — Il n'est donc pas possible d'approvisioner les parcs du littoral par les huîtres adultes, généralement toutes parasitées par les Eponges.

La solution de la question réside dans ce fait que les Cliones n'attaquent pas la coquille des huîtres dont l'âge est inférieur à deux ans; il serait donc rationnel de ne recueillir sur les gisements que les jeunes huîtres non parasitées afin d'en pratiquer l'élevage, soit dans des viviers qui seraient à créer dans les

(1) Topsent (E.). — *Contribution à l'Etude des Clionides*, Arch. Zool. Exp. et Gén. 2e série, t. v supplémentaire. 1888.

régions les moins mouvementées de la côte situées au-dessus du niveau benthique supérieur compatible avec l'existence des Eponges perforantes, soit dans des parcs où l'eau de mer serait fréquemment renouvelée. Les huîtres perforées resteraient sur les gisements dont elles seraient les éléments reproducteurs.

On pourrait objecter à ceci que, théoriquement, les huîtrières s'épuiseraient fatalement par le vieillissement des huîtres mères. Il serait en tous cas facile d'en assurer la perpétuité. En cas d'insuffisance constatée dans la reproduction des gisements, il suffirait d'interdire, pendant un certain laps de temps, le dragage des huîtres dans toute leur étendue. On laisserait ainsi aux jeunes huitres le temps de grossir, et de remplacer les plus âgées dans la reconstitution naturelle des bancs. Ces huîtres seraient livrées, sans aucun doute, à l'action des Cliones, mais, *dans ce milieu normal*, cela n'aurait plus aucune importance, puisqu'elles assureraient la production continue du banc pendant une nouvelle période.

L'élevage et l'entrepôt des huîtres parasitées étant donc impossibles, il conviendrait, *de préférence après la reconstitution des bancs, de ne pratiquer que la pêche des huîtres jeunes*, afin de les élever à l'abri de toutes les causes qui président à leur destruction dans les parcs.

Or les règlements officiels, dont les prescriptions sont d'une uniformité souvent trop exclusive, obligent les pêcheurs, *quelles que soient les régions qu'ils explorent*, à rejeter sur les bancs les huîtres, qui n'ayant pas la taille réglementaire, sont précisément celles qui sont les plus jeunes et qui sont encore généralement indemnes de tout parasite, livrant ainsi à une contamination certaine les huitres saines dont on pourrait pratiquer l'élevage. Ils sont donc en contradiction complète avec ce que l'observation des faits biologiques m'autorise à conclure et à désirer.

En résumé, malgré l'état d'appauvrissement des gisements d'huîtres du golfe, il y aurait lieu d'espérer une amélioration sensible de l'industrie ostréicole normande, aujourd'hui si affaiblie, si une législation ou une réglementation LOCALES qu'il serait nécessaire d'imposer à bref délai s'harmonisait avec les

résultats de ce travail préliminaire, en envisageant comme *nécessaires :*

**1° Le recul de la limite internationale de pêche jusqu'à dix milles de notre littoral ou la constitution d'une règlementation protectrice internationale ou uniquement franco-anglaise.**

**2° Une réduction considérable du temps de pêche autorisée, dont la valeur serait à fixer d'après l'état des bancs du golfe, après une suspension absolue de toute exploitation pendant un espace de temps que l'on pourrait provisoirement fixer à deux ans.**

**3° La création d'une prime à la destruction des Astéries.**

**4° L'obligation pour les ostréiculteurs de conserver surtout les huîtres jeunes, en leur laissant toutes facilités pour l'établissement des viviers ou des parcs.**

**5° Le rejet à la mer, jusqu'à décision nouvelle, des huîtres âgées et parasitées, dans le but d'assurer la reproduction des bancs.**

A ces nécessités *de nature exclusivement locale,* il conviendrait d'ajouter la réalisation du vœu depuis longtemps formulé de l'abaissement des tarifs de transport et de frais d'octroi, qui entravent le commerce des mollusques sans avantages appréciables, dans toutes nos régions ostréicoles.

(Travail fait au Laboratoire maritime de Luc-sur-mer, Calvados.)

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
N° 68. — 16 Mars 1906.

# Cours d'Océanographie

## Fondé à Paris par S. A. S. le PRINCE DE MONACO

*(Deuxième Année)*

**Conférence du 13 Janvier 1906**

## *Les Marées.*

par **A. BERGET**

MESDAMES, MESSIEURS,

Nous avons étudié jusqu'à présent les mouvements rythmiques de la mer; nous avons commencé par ceux de ces mouvements qui étaient à courte période : quelques secondes, c'est-à-dire la houle et les vagues. Nous avons, comme transition, étudié dans la dernière leçon, des ondulations déjà plus longues, 60, 70, et même 100 minutes; ce sont les seiches qui se produisent dans les lacs et petites mers fermées. La différence entre ces deux espèces d'ondulations, c'est que les premières étaient causées par les mouvements atmosphériques, par le vent qui, en soulevant les molécules superficielles de la mer, occasionne les rides qui se forment à la surface et constitue les vagues. Les seiches, au contraire, dont la période d'ondulation est plus longue, sont causées par des variations de la pression atmosphérique, à l'extrémité du bassin fermé sur lequel elles se produisent.

Aujourd'hui, nous étudierons une troisième espèce d'ondulations à période beaucoup plus longue : leurs effets se traduisent par une élévation ou un abaissement rythmique de la mer, mais avec une période d'une demi-journée ou d'une journée : ce sont les marées. De même que la cause des seiches était différente de celle des ondulations de la houle, de même c'est en dehors de la Terre qu'il faut rechercher l'origine des marées : les trois systèmes d'ondulations, vagues, seiches et marées diffèrent, non pas seulement par la durée de leur période, mais par leurs origines : les vagues sont causées par le vent, les seiches par la pression atmosphérique, les marées par l'attraction des astres voisins de la Terre, la Lune, le Soleil.

Vous connaissez tous le phénomène de la marée : il suffit d'avoir passé 48 heures au bord de la mer pour avoir pu se rendre compte de ce mouvement même par une observation superficielle. On voit le niveau de la mer s'élever lentement d'abord; puis la vitesse s'accentue, la mer acquiert son niveau maximum, après quoi elle redescend. En 24 heures et 50 minutes il se produit deux hautes mers et deux basses mers; deux pleines mers consécutives sont séparées par un intervalle de 12 heures 25 minutes. Il n'est pas nécessaire de posséder à fond l'astronomie pour rapprocher ce phénomène de la cause qui le produit : ce sont les passages de la lune au méridien, passages qui sont séparés par un intervalle de 24 heures 50 minutes. Il était donc naturel de chercher dans les mouvements de la lune la cause des marées, la période des deux phénomènes étant rigoureusement la même.

Je vous montrerai quelques effets caractéristiques des marées, bien que vous les connaissiez certainement. Voici, en projection, un petit port près et au nord de l'embouchure de la Loire. A droite, vous voyez la jetée avec, en retrait, son mât qui comporte les signaux de marée. Sauf dans un petit chenal, il n'y a presque pas d'eau puisque, plus loin, en avant d'une balise, il y a des enfants qui s'amusent à pêcher des coquillages. A perte de vue vous voyez une étendue de sable; dans la direction de la jetée vous apercevez un banc de roches surmonté d'une tour qui est rouge. Il y a ainsi plusieurs kilomètres complètement mis à sec. C'est le moment de la marée basse.

Voyez le même paysage 6 heures plus tard : la mer vient battre la jetée ; le mât des signaux est garni d'un pavillon qui indique aux navigateurs la hauteur de l'eau. A l'horizon, des caboteurs ont assez d'eau pour naviguer là où, tout à l'heure, les enfants pêchaient des coquillages. A marée basse, les mêmes bateaux sont échoués, on les voyait à sec sur le sable.

Ce phénomène des marées dont la connaissance est si importante pour les navigateurs a beaucoup préoccupé l'imagination des anciens peuples de l'Europe septentrionale, car les Grecs et les Romains n'ont pas eu à s'en soucier : comme nous le verrons plus loin, il n'y a pas de marées dans la Méditerranée. Les Scandinaves, grands navigateurs, sur les rives desquels se produisaient régulièrement le flux et le reflux, avaient cherché une explication à ce phénomène extraordinaire en apparence et ils l'avaient trouvée dans leur mythologie : on en trouve la trace dans les *Sagas*, ces chants scandinaves dans lesquels on a tant puisé en ces derniers temps. Le dieu Thor, armé d'une corne gigantesque la plongeait dans la mer et, de sa puissante poitrine, aspirait l'eau de ses profondeurs, produisait ainsi le reflux ; quand, fatigué, il laissait retomber négligemment l'eau en cessant son aspiration, la mer remontait : c'était le flux.

L'explication scientifique du phénomène a été donnée pour la première fois par Newton, comme conséquence de la loi de la gravitation qu'avait découverte son génie. Vous connaissez tous la loi de l'attraction de la matière qui fait que les astres se tiennent à des distances fixes les uns par rapport aux autres et décrivent des orbes mathématiquement réglés les uns autour des autres. Cette loi se formule ainsi : *Deux corps quelconques s'attirent proportionnellement à leurs masses et en raison inverse du carré de leur distance.*

Ainsi deux corps quelconques, deux morceaux de bois, par exemple, placés sur une même table, s'attirent, exercent l'un sur l'autre une attraction faible, mais qui existe. S'ils ne se précipitent pas l'un sur l'autre, en vertu de cette attraction, c'est que la résistance que produirait notamment le frottement sur la table les en empêche. Mais si les deux corps sont libres de leurs mouvements et si leurs masses sont considérables comme l'est

celle de la terre, les forces qu'ils exercent entre eux sont considérables. Si l'un des corps reste fixe et que la masse de l'autre devienne double, la force attractive sera double; si les masses sont fixes et si leur distance devient double, la force attirante sera *quatre fois* plus petite, et ainsi de suite. Cette loi simple s'exprime par une formule également simple : la force F égale le produit des masses des deux corps, divisé par le carré de leurs distances, et multiplié par un coefficient K, qu'on appelle *la constante de la gravitation universelle* : $F = K \frac{m\,m'}{R^2}$. K est un nombre très petit : $\frac{6,5}{100.000.000}$. Ce n'est pas un nombre abstrait, mais bien un nombre concret qui a une signification mécanique. Supposons que les deux corps dont nous cherchons l'attraction aient tous deux une masse égale à l'unité : *m* égalera 1 et *m'* égalera 1; et si les deux corps sont séparés l'un de l'autre par une distance égale à l'unité, on aura $F = K$. C'est la force avec laquelle deux corps, égaux tous deux à l'unité de masse, s'attireront s'ils sont séparés par l'unité de distance. Donc le nombre K n'est pas un nombre abstrait : c'est une force réelle qui représente une fraction de *dyne*.

Cette loi de Newton nous servira à donner dans ses grandes lignes l'explication générale du phénomène des marées. J'ai dit la coïncidence entre l'intervalle de deux marées consécutives et l'intervalle de deux passages de la lune au méridien. Mais si l'on observe plus attentivement le phénomène, on voit que deux marées successives n'ont jamais la même intensité. Les intensités sont plus grandes aux pleines et aux nouvelles lunes, et elles sont plus petites aux quadratures. La pleine ou la nouvelle lune dépend de la position de la Lune et du Soleil par rapport à la Terre.

Considérons la Terre comme une sphère solide recouverte d'eau, en couche uniforme. Supposons la Terre au centre de ce tableau et la lune en haut (Fig. 1). La lune, en raison de la loi de Newton, exerce son attraction sur la Terre; mais cette attraction varie en raison inverse du carré de la distance; par conséquent, le point A, dirigé vers la lune, sera plus attiré que

le point T, centre de la terre, lequel sera, lui-même, plus attiré que le point A' situé à l'opposé de la lune. Si la lune était très loin, la différence dans cette attraction ne serait pas considérable; mais la distance de la lune à la terre n'est pas infinie par rapport au rayon de celle-ci, puisqu'elle n'est que 60 fois ce rayon. Par conséquent il y aura une différence marquée entre l'attraction au point A et l'attraction au centre de la terre. Les molécules fluides, mobiles par définition, obéissent à cette attraction et se précipitent du côté de la lune; elles sont en avance sur le centre de la terre, si je puis m'exprimer ainsi.

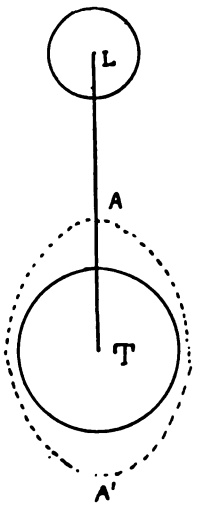


Fig. 1.

Ici se présente une objection : alors toute l'eau doit se précipiter du côté de la lune et il ne doit plus en rester de l'autre côté. Nous allons voir, au contraire, qu'il se produit une seconde extumescence, symétrique de la précédente, du côté de la Terre opposé à la lune, et qu'il doit y avoir deux extumescences de marées diamétralement opposées. En effet : le centre T de la Terre est plus près de la Lune que la molécule d'eau située en A'. La différence des distances de ces deux points à l'astre attirant est égale au rayon de la Terre : le centre de la Terre sera donc plus attiré que les molécules liquides situées en A', et prendra, et quelque sorte, une *avance* sur elles; celles-ci, par suite, seront *en retard*, et ce retard se traduira par un extumescence en A', sensiblement égale à celle de la région A, et diamétralement opposée. Il y aura donc deux *ondes de marées* dûes à l'attraction lunaire.

Ces ondes de marées se promènent circulairement autour du globe dans le temps que la Lune met à parcourir son orbite. Il en résulte que le même point de la Terre reçoit deux fois par jour le passage d'une onde de marée.

Tel est le phénomène causé par l'attraction lunaire dans sa ligne la plus générale. Examinons maintenant l'effet de l'intervention du Soleil. Cette intervention modifie le phénomène au

point de vue de sa grandeur. Supposez qu'à un moment donné la Lune, le Soleil et la Terre soient en ligne droite; le soleil qui est beaucoup plus loin exerce cependant son influence à cause de sa grande masse et il produit une petite extumescence analogue à celle de la lune. Sa masse est beaucoup plus grande, mais sa distance est tellement considérable qu'en somme son attraction n'est environ que le tiers de celle de la lune; quand les centres de la terre, de la lune et du soleil sont en ligne droite, les effets de la lune et du soleil s'ajoutent; la marée solaire s'ajoute à la marée lunaire et on a alors ce qu'on appelle la marée de *vive eau* (Fig. 2).

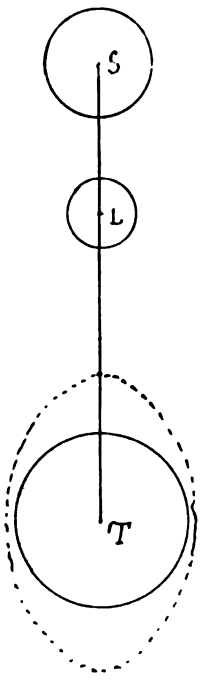



Fig. 2.

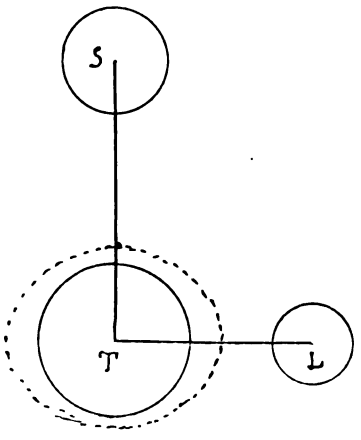



Fig. 3.

Si au contraire on se trouve dans les positions du premier et dernier quartier, si le centre de la lune est dans la direction T L et le centre du soleil dans la direction T S (Fig. 3), l'extumescence produite par l'attraction du soleil contrariera celle produite par la lune et la diminuera. Dans le cas de la quadrature, c'est-à-dire lorsque la terre occupe le sommet d'un angle droit dont le soleil et la lune forment les côtés, on a la marée la moins forte que l'on appelle la marée de *morte eau*.

Ces notions sont d'une importance capitale pour les marins; aussi a-t-on étudié ces marées avec le plus grand soin. La

Marine fait une publication qui s'appelle *l'Annuaire des marées* et qui est dirigée par un savant, M. Hatt, membre de l'Institut et du Bureau des longitudes, ingénieur hydrographe de la marine. Dans cet annuaire sont calculés tous les éléments que les marins ont intérêt à connaître, en particulier la hauteur de la marée pour chaque jour, son coefficient, c'est-à-dire l'importance qu'elle a et le temps qui s'écoule entre l'apparition de la haute mer et le passage de la lune au méridien. Ces éléments sont disposés en tableaux.

Ici doit se placer une considération à laquelle il convient de s'arrêter. Je vous ai dit que l'observation même superficielle du phénomène montrait immédiatement l'importance de la lune comme cause primordiale et l'importance du soleil comme cause modificatrice.

Une autre observation très simple montre que sur deux points, même très voisins, la marée n'est pas d'égale intensité le même jour. Ainsi lorsque la marée est de $6^m$ 11 à Granville, par exemple, elle n'est que de $2^m$ 40 à Cherbourg qui est cependant très rapproché de Granville; les distances de ces deux ports à la lune et au soleil sont sensiblement les mêmes. D'autres causes doivent donc intervenir dans le phénomène des marées. Ce sont des causes locales, la configuration des côtes, les inclinaisons plus ou moins grandes du fond, les échancrures plus ou moins considérables des golfes, la position relative de la côte par rapport à l'arrivée de la marée.

Ainsi lorsque la marée arrive sur nos côtes, elle se produit avec une intensité différente suivant les situations, et les différences de niveau entre les hautes et les basses mers peuvent être considérables.

Aux marées d'équinoxe, moment où les attractions de la lune et du soleil produisent leur effet maximum, les marées sont de 14 à $15^m$ aux environs du Mont Saint-Michel, tandis que l'on trouve des marées de $13^m$ dans le détroit de Magellan; les marées les plus fortes ont été observées à la baie de Fundy dans la Nouvelle-Ecosse où elles dépassent parfois $20^m$.

Une autre particularité également très intéressante est que dans certaines stations, par exemple en Polynésie ou dans le

golfe du Tonkin, il n'y a qu'une marée par jour au lieu de deux. Cela conduit à se demander s'il n'y aurait pas d'autres causes que celles que j'ai indiquées pour intervenir dans le mouvement de la mer. Nous verrons tout à l'heure quelles sont ces causes.

Une des conséquences importantes de la marée est de créer des courants; lorsque la marée arrive dans un endroit resserré, dans l'estuaire d'une rivière, par exemple, elle se traduit par une arrivée d'eau qui se précipite du large et qui entre dans les terres par l'estuaire qui lui est ouvert; c'est ce qu'on appelle le courant de *flot*, tandis que quand la mer se retire il se produit un courant en sens inverse qu'on appelle le *jusant*. Les bateaux de pêche et les caboteurs qui ne sont pas munis de machines se servent du jusant pour appareiller et attendent le flot pour rentrer au port.

Le flot et le jusant ne sont pas les seules conséquences de la marée. Quant deux courants de marée se rencontrent dans un détroit, par exemple entre une île et un continent, il se produit un phénomène quelquefois dangereux que l'on appelle un *raz*. Souvent la rencontre des deux courants opposés peut donner naissance à des tourbillons; je citerai le raz Blanchard au nord du Cotentin où la vitesse du courant lors des marées d'équinoxe atteint et dépasse 8 nœuds, c'est-à-dire la vitesse maxima que peut, le plus souvent, donner un voilier de moyen tonnage, le célèbre raz de Sein, de si sinistre réputation, car il s'est produit dans ces lieux accidentés des quantités de naufrages; enfin deux raz célèbres dans l'Europe septentrionale, l'un entre la côte ouest d'Ecosse et deux îles des Hébrides, Scarba et Jura, qui donne naissance à un tourbillon que les marins écossais appellent *Corryvrekan*, ce qui signifie « marmite écumante ». Cela traduit bien le mouvement de la mer dans ces parages à ces moments.

L'autre est le gouffre de *Maëlstrom* où se produit près des îles Lofoden un tourbillon qui est célèbre dans les légendes scandinaves. Citerai-je à côté d'eux le bien inoffensif remous de Charybde qui a été bien grossi par les imaginations des poètes, chauffées au soleil de la Méditerranée; ce n'est qu'un minuscule courant provenant des marées insignifiantes qui se produisent

en Méditerranée. Ce courant se trouve en face du célèbre rocher de Scylla, à l'entrée du détroit de Messine.

La Méditerranée n'a pas de marées, vous devinez aisément pourquoi. Pour que l'action de la lune puisse produire une dénivellation, il faut qu'un champ assez considérable d'eau soit offert à son attraction. La Méditerranée est une mer fermée d'une superficie relativement peu considérable; aussi les marées y sont elles sinon nulles, du moins très faibles, de quelques décimètres à peine sur les côtes de Provence; sur la côte africaine et surtout dans le golfe de Gabès on observe des petites marées qui atteignent quelquefois un mètre à l'équinoxe; mais ces marées sont dues moins aux attractions astronomiques qu'à un petit courant de marées qui vient de l'Atlantique par le détroit de Gibraltar et qui longe la côte septentrionale de l'Afrique. En somme, au point de vue pratique, les marées de la Méditerranée n'existent pas.

Voilà dans ses grandes lignes l'exposé de la théorie élémentaire des marées. Maintenant deux points essentiels vont nous obliger à la modifier. Je vous ai déjà signalé la différence qui existe entre les hauteurs des marées entre deux ports voisins. Si, de plus, on fait des calculs en tenant compte de la masse de la lune, de celle du soleil, de leur distance, on trouve que la dénivellation susceptible d'être produite par leur attraction directe ne dépasse pas 60 centimètres. Cela est en contradiction avec l'observation puisqu'il y a sur nos côtes mêmes des marées qui dépassent $10^m$. Mais il y a un autre fait au moins aussi important dont il faut tenir compte : le jour de la syzygie équinoxiale, c'est-à dire le jour le plus rapproché de l'équinoxe où les trois centres de la Lune, de la Terre et du Soleil sont en ligne droite, doit se produire la marée la plus forte de l'année; l'heure de la syzygie est calculée astronomiquement avec la plus grande rigueur. Or on constate que cette marée la plus forte ne se produit dans nos ports que *36 heures après* la syzygie. Ce retard doit être expliqué. Cette explication a été tentée pour la première fois par Laplace qui a indiqué dans quelle direction il fallait la chercher; il a consacré de nombreuses années à élucider ce problème qui dépasse un peu les forces de l'analyse

mathématique et que l'on ne peut solutionner que d'une façon approximative. Après lui, un ingénieur français dont le nom est célèbre, Chazallon, a consacré toute sa vie à l'étude de la marée; mais il était réservé à l'illustre physicien anglais lord Kelvin de donner la solution la plus élégante et la plus simple de ce grand problème.

Laplace a d'abord fait remarquer qu'il fallait considérer la marée, non au point de vue *statique*, mais au point de vue *dynamique*. Lorsque l'attraction luni-solaire se produit sur les eaux, elle donne naissance à une onde et non à une extumescence fixe; cette onde se propage à la surface de la mer. Il faut donc étudier les lois dynamiques des fluides et tenir compte de leur résistance; c'est un problème complexe d'hydrodynamique que dominent deux principes fondamentaux : le principe de la *superposition des petits mouvements* et celui de la *périodicité* des effets dûs à des forces périodiques.

Je vais énoncer ces deux principes qui nous aideront à comprendre la façon dont, aujourd'hui, on explique les marées. Voici le premier :

« Supposons qu'un système de points matériels soit en équi-
« libre et qu'une force très petite vienne à troubler cet équilibre.
« Alors un point matériel sera animé d'une petite vitesse, assez
« petite pour que l'expression de la force ne dépende que du temps
« et de la position moyenne du point. Dans ces conditions, si
« plusieurs forces analogues viennent à agir et si les mouvements
« sont assez petits pour ne pas avoir d'effets réflexes sur ces
« forces, les lois de la mécanique nous apprennent que les effets
« de ces forces sont indépendants et, par suite, superposables.
« De plus, l'effet résultant de ces forces pourra s'obtenir en
« faisant la somme des effets partiels calculés comme si chaque
« force agissait séparément. »

Tel est le principe de la *superposition des petits mouvements*. Ce principe fondamental est d'une application courante en acoustique et en optique. Vous savez que les phénomènes d'acoustique et d'optique sont des phénomènes d'ondulation et de vibration comme ceux qui se produisent à la surface de la mer. Et la lumière donne constamment des exemples de la

superposition des ondulations : la lumière de cette lampe, par exemple, se propage par des ondulations qui ne sont nullement gênées par le fait que d'autres mouvements ondulatoires parcourent l'espace dans d'autres directions. Tous les mouvements ondulatoires se croisent sans se contrarier. De même en acoustique. C'est grâce à ce principe de la superposition des ondes en mouvements indépendants que M. Lippmann a découvert la photographie en couleurs, en montrant que les mouvements vibratoires produits par une couleur simple pouvaient se superposer sans se gêner et se confondre en une résultante unique, celle de la lumière complexe arrivant à l'œil.

Le second principe est celui de la *périodicité des mouvements dûs à des forces périodiques.* Imaginez une force constante dont l'intensité varie périodiquement. Cette force imprimera à une molécule matérielle qui lui obéira, un mouvement périodique dont la périodicité sera la même. Vous en connaissez un exemple bien simple : vous avez vu ces petits animaux en zinc creux, à l'avant desquels est soudé un petit morceau de fer; les enfants les font avancer sur l'eau avec un aimant. Supposez qu'avec un aimant vous mettiez 5 secondes à faire parcourir un bassin à un petit navire en zinc. La force que vous exercerez a donc une période de 5 secondes. Le petit navire suivra l'aimant, avec un certain retard, mais il mettra le même temps à parcourir le même espace : le retard sera constant entre la phase de la force et la phase de l'effet. Si donc nous imaginons un astre attractif causant une onde de marée, la lune par exemple, et si elle reste tout le temps dans le plan de l'équateur terrestre, à la même distance de la terre, elle décrira un cercle dans le plan de l'équateur; si la terre est couverte d'eau, l'onde de marée suivra le tour de la terre avec une période égale à celle de la lune. Il en serait de même pour le soleil si ces astres restaient à une distance constante de la terre. Mais il n'en est pas ainsi : le soleil et la lune ne restent pas à une distance égale dans le plan de l'équateur : le soleil est l'été dans l'hémisphère nord, l'hiver dans l'hémisphère sud comme en ce moment. Il y a donc lieu de tenir compte de cette élévation variable au-dessus de l'équateur. On tient compte de cette élévation en introduisant

dans les calculs un second mouvement ondulatoire dont la période serait double du mouvement précédent. De même pour la lune. De plus, ces astres ne restent pas à la même distance de la terre et il faut en tenir compte.

Voici à quel artifice sont arrivés les mathématiciens : ils ont renoncé à faire intervenir l'attraction unique et complexe de la lune réelle, et ont imaginé plusieurs *lunes fictives*. Ils ont introduit la notion d'une première lune dont la masse ne serait pas très différente de la lune réelle, qui se mouvrait dans le plan de l'équateur en restant toujours à la même distance de la terre. Cette lune fictive, en vertu du second principe, engendrera une onde de marée qui aura la même période de 24 heures 50 minutes. Pour tenir compte, d'autre part, du fait que la lune ne se tient pas toujours dans le plan de l'équateur, on peut considérer une seconde période, diurne, celle-ci, qui se combinerait avec la première. Pour tenir compte de cette seconde période, on a imaginé une seconde lune fictive beaucoup plus petite que la première, qui aura pour effet d'en troubler les mouvements dans le sens des perturbations dues à son excursion au-dessus de l'équateur. De même pour les variations du soleil, on peut imaginer un troisième, puis un quatrième astre fictif dont la masse, la distance et la période nous seront données par l'astronomie. Il faudra encore un cinquième et sixième astre fictif pour la distance variable du soleil à la terre. Nous aurons ainsi une série de satellites fictifs dont nous connaîtrons les données et les perturbations. Le grand avantage de ces astres fictifs est que chacun est supposé se mouvoir dans des conditions où le mouvement qu'il occasionne sera le plus simple. En vertu du premier principe de la superposition des mouvements, nous pourrons superposer tous les mouvements élémentaires ainsi produits et le résultat sera le calcul de la marée.

Mais cette conception conduirait à des calculs très compliqués, d'une difficulté à peu près inextricable. Il faudrait faire des sommations de développements en séries extrêmement longues. Pour calculer les marées des Indes, il faudrait 21 satellites fictifs donnant naissance à autant de mouvements compliqués. Lord Kelvin a eu l'ingénieuse idée de s'adresser à la Mécanique pour

obtenir la solution; et là où le calcul conduirait à un travail trop long, une disposition mécanique appropriée permet de tracer du premier coup la courbe représentant le phénomène complexe qu'on renonce à calculer.

Voici comment ce savant s'y est pris. Le phénomène de la marée est un phénomène ondulatoire, périodique et comme tel peut être représenté par une sinusoïde (Fig. 4). C'est une courbe

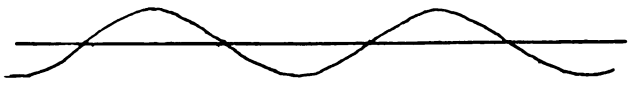


Fig. 4.

dont les ordonnées varient périodiquement et qui passent par les mêmes valeurs après le même intervalle de temps; cette courbe est définie par l'équation simple :

$$y = \sin x$$

Une sinusoïde peut être tracée mécaniquement à l'aide d'un mécanisme très simple : celui d'une bielle; c'est le mouvement classique de la pédale du rémouleur. Si l'on fait tourner une manivelle, on peut, à l'aide d'une bielle, transformer le mouvement de rotation continu en un mouvement rectiligne alternatif. Si l'on fixe un crayon à cette tige rectiligne, et si devant ce crayon on fait mouvoir de façon uniforme une feuille de papier, la courbe obtenue est une sinusoïde. L'appareil que vous voyez ici (Fig. 5) vous donne le principe de ce dispositif. Il comprend un excentrique à cadre qui transforme le mouvement rotatif continu en mouvement rectiligne alternatif. Si on fait suivre à un crayon ces mouvements alternatifs et si on présente devant le crayon une feuille de papier mobile, les sinuosités obtenues forment une sinusoïde. Les sommets et les creux que je viens ainsi d'obtenir sont séparés par des distances horizontales égales.

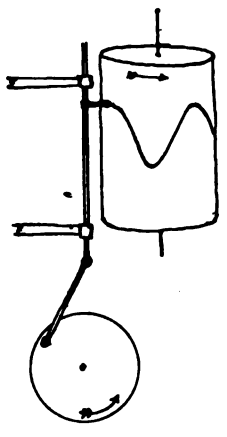


Fig. 5.

Lord Kelvin a donc pensé qu'on pourrait prendre autant de systèmes de bielles et de manivelles qu'il y a de mouvements ondulatoires à combiner. Voici la disposition schématique de l'application de cette idée (Fig. 6).

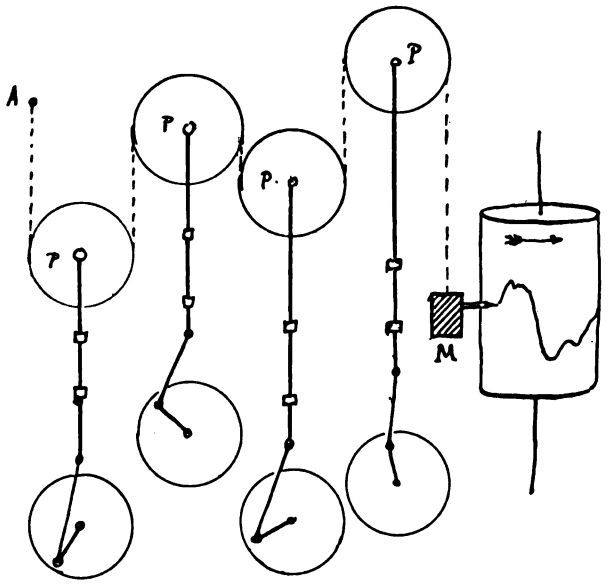



Fig. 6.

Elle consiste en une série de glissières dont chacune représente l'appareil que vous venez de voir; chaque roue est animée d'une vitesse angulaire qui dépend de la période du satellite fictif dont elle doit représenter le mouvement. De plus, l'amplitude totale du mouvement dépend de l'amplitude de l'onde de marée que doit produire le dit satellite fictif élémentaire. Il y a ici trois roues figurées, mais en réalité, il doit y en avoir autant que de lunes fictives soit 21 pour les marées des côtes de l'Inde et 16 pour les côtes de France.

Lord Kelvin, pour totaliser en une seule courbe, le résultat des sinusoïdes, a muni chaque tige verticale d'une poulie P. Une extrémité d'un même fil qui passe sur les poulies est attachée à un point fixe A; l'autre est tendue par un poids M auquel est fixé un crayon, lequel trace une courbe sur un cylindre tournant, recouvert de papier. Quelle que soit la complexité

des mouvements à composer et celle des lois suivant lesquelles ces mouvements se produisent, il suffit de faire tourner par un axe commun toutes les roues; l'axe transmet la vitesse de chaque roue à l'aide d'engrenages dont le nombre de dents dépend la période du satellite représenté. Le poids fait que le déplacement dont il est animé est la somme algébrique des déplacements, tant positifs que négatifs que subit chaque poulie individuellement. Certains mouvements correspondent à un creux d'autres à un plein. Si les pleins et les creux étaient égaux, le poids de bougerait pas. Dans le cas contraire, le poids s'élève ou s'abaisse. Quoi qu'il en soit, on a ainsi une méthode d'une remarquable simplicité.

On a donc un procédé graphique d'une rare élégance qui, sans autre artifice que celui d'une petite ficelle passant dans les gorges des poulies, totalise d'un seul coup ces mouvements dont la totalisation mathématique eut exigé des calculs très compliqués. On a de la sorte une courbe complexe qui représente pour le lieu pour lequel on fait le calcul, la hauteur de la marée aux différentes époques.

Voici une réduction de l'appareil de lord Kelvin due à l'obligeance de M. le Prof. Kœnigs, de la Sorbonne, qui a bien voulu le faire exécuter sur ma demande dans son atelier de construction de la Faculté des sciences. Un axe commun permet de faire tourner à la fois toutes les roues; vous voyez que les cadres, dans lesquels elles tournent, s'élèvent et s'abaissent inégalement parce que le nombre des dents des engrenages dépend des vitesses angulaires, c'est-à-dire de la période des satellites fictifs qu'ils représentent. L'extrémité de chaque tige rectiligne porte une petite poulie; le fil est attaché à une de ses extrémités sur un point fixe et à l'autre extrémité il est tendu par un poids qui peut se déplacer le long d'un guide et qui, à l'aide du crayon dont il est muni, trace la courbe sur la feuille de papier.

Voilà une courbe de marée dans le cas relativement simple où l'on n'aurait affaire qu'à 4 satellites. Le premier correspond à une onde quart diurne, le second à une onde semi diurne, c'est-à-dire de 12 heures 25, le troisième à l'onde diurne de 24 heures 50 et le quatrième à une onde mensuelle dont la

période serait de 4 semaines. Vous voyez que malgré les conditions de simplicité du problème, puisqu'il n'y a que quatre éléments à combiner, la courbe est complexe; vous imaginez à quel point elle peut l'être lorsque seize éléments combinent leurs effets.

La marée se propageant sous forme d'ondes, se comporte comme les ondes de translation sismique dont je vous ai parlé, qui traversent l'Atlantique ou le Pacifique en quelques heures. La vitesse de propagation de ces ondes est régie par une forme simple :

$$V = \sqrt{g\,h}$$

*h* est la profondeur de la mer, *g* l'accélération due à la pesanteur, V la vitesse de translation. Cette formule, résultat de l'expérience, nous explique un fait bien curieux. Lorsque la mer arrive sur nos côtes, elle monte d'abord très lentement à partir de la période de la basse mer, mais à mesure que le niveau s'élève, la montée de la mer s'accélère et quand on est près de la haute mer, les courant de la marée devient très fort et l'ascension très rapide.

Il doit en être ainsi. Lorsque la mer arrive sur nos côtes, elle débute par une profondeur nulle à la grève qui est à sec; mais au fur et à mesure que la mer recouvre ces grèves, la profondeur *h* de la mer augmente jusqu'à ce qu'elle ait atteint son maximum. Cette propagation ondulatoire nous explique cette apparente anomalie des marées atteignant et dépassant $12^{m}$, alors que le calcul de l'attraction des masses ne donne qu'une marée de $60^{cm}$. La marée se traduit par un mouvement ondulatoire qui se communique aux molécules de l'océan et par là leur donne une vitesse considérable. Tant que cette onde se propage sur une mer très profonde de 4, 5 et $6000^{m}$, la vitesse est à peu près constante; mais lorsqu'elle rencontre le plateau continental, cette sorte de soubassement sur lequel l'Europe est construite et dont la profondeur ne dépasse guère $200^{m}$, cette force vive se communique à une masse d'eau infiniment plus faible et c'est ce qui produit l'élévation considérable du niveau de l'eau le long de nos côtes. Cette élévation est encore

favorisée par le fait que, dans certains cas, des anses, des estuaires de rivières permettent au niveau des eaux de manifester plus directement son élévation.

Cette propagation de la marée sous forme ondulatoire a donné naissance à une théorie curieuse imaginée par deux hydrographes anglais Whewell et Lubbock. Ils ont fait le raisonnement suivant : la marée se transmet par une ondulation; pour que le phénomène soit complet, il faut qu'il se produise normalement, dans les conditions réglementaires de sa production, sur un océan sans limites; à la côte le phénomène cessera d'être régulier. Or, il y a à la surface de la terre un océan sans limites, au moins en ce qui concerne la propagation des ondes, c'est l'océan austral, immense masse d'eau qui s'étend au sud des trois continents, immense bande maritime qui fait le tour de la terre, sur laquelle les mouvements ondulatoires peuvent se propager librement sans rencontrer aucun obstacle solide. Là le régime des vagues se produit avec sa plus grande majesté. C'est là que l'on a observé les vagues les plus hautes atteignant $18^m$. C'est là que d'après la théorie des deux hydrographes anglais, prend naissance la marée. Ces ondes qui environnent circulairement la terre tout le long de plusieurs parallèles, obéissent aux actions lunaire et solaire sans aucune restriction. Là peut s'établir le régime périodique ondulatoire dont la période sera rigoureusement égale à la période des astres perturbateurs.

Dans ces conditions, d'après cette même théorie, nous ne recevrions dans l'Atlantique jusqu'à nos côtes, qu'une marée *transmise*, une marée *dérivée*. Lorsqu'il se produit une onde de marée, un courant dérivé remonte l'océan et arrive jusqu'à nos côtes occidentales.

Cette théorie très élégante est en même temps très séduisante; elle présente une particularité qui lui donne une grande vraisemblance. Les côtes de l'Atlantique, même le long de l'Amérique du sud, sont en effet, couvertes de stations où l'on observe la marée avec soin ; on y suit heure par heure la marche de la vague de marée; on a constaté que quand la marée arrive par exemple à midi au détroit de Magellan, elle est à minuit, 12 heures après, au cap Corrientes près de l'embouchure de la Plata ;

12 heures après, à midi, elle a traversé l'Atlantique, elle est à la hauteur des Canaries devant le Maroc, au cap Bojador; 12 heures ensuite, c'est-à-dire le lendemain à minuit, elle arrive à Brest. Elle a donc mis 36 heures pour aller du détroit de Magellan à Brest. Je vous ai, tout à l'heure, signalé cette particularité curieuse que la marée d'équinoxe ne se produit que 36 heures après la syzygie. La théorie des deux savants anglais a l'avantage d'expliquer cette anomalie en apparence inexplicable.

Malheureusement, comme dans toutes les théories qui tendent à expliquer les grands phénomènes, il y a une petite contradiction : dans les îles de l'Atlantique sud, par exemple aux îles Kerguelen, à Saint-Paul et à l'île d'Amsterdam, on n'a jamais trouvé que l'*âge* de la marée fût nul et l'âge de la marée devrait être nul aux points où se trouve le berceau des marées, c'est-à-dire dans les mers du sud. Aussi, quelque séduisante que soit la théorie, on ne peut pas affirmer qu'elle soit rigourensement établie; il n'est pas démontré que la marée que nous recevons dans l'Atlantique soit une marée transmise. Vous voyez qu'il reste encore beaucoup à faire pour les hydrographes de l'avenir.

Je ne voudrais pas terminer cette conférence sans vous dire un mot d'une application grandiose de ces principes qui certainement sera réalisée d'ici peu de temps, je veux parler de l'utilisation mécanique de la force des marées. Quand on voit des marées comme celles qui se produisent sur les côtes du nord de la Bretagne où la mer présente des dénivellations dépassant $10^m$, quand on voit dans un golfe profond des masses formidables d'eau ainsi déplacée sous l'influence de l'attraction astrale, on ne peut s'empêcher de penser à l'utilisation mécanique de cette force. Cette utilisation pourrait se faire au moyen de barrages, de grandes digues où l'on installerait des turbines qui fonctionneraient à la marée montante et à la marée descendante. Rien que dans la baie du Mont Saint-Michel, chaque kilomètre carré découpé à la surface de la mer, représente une force moyenne de 20.000 chevaux et cette baie a 300 kilomètres carrés, de qui donnerait 6 millions de chevaux-vapeur. C'est une somme d'énergie que le Niagara lui-même ne parvient pas à égaler.

Nous avons donc là une réserve d'énergie considérable. Si on reculait devant le travail gigantesque qui consisterait à barrer la mer au Mont Saint-Michel, ou pourrait opérer sur des estuaires moins importants comme celui de la Rance qui représenterait d'après les calculs des ingénieurs, une force disponible de 200.000 chevaux-vapeur.

Cette énergie nous est donnée par l'attraction de la lune, c'est-à-dire d'un astre dont on se demande souvent l'utilité, d'un astre mort sur lequel les conditions de la vie ne sont matériellement plus possibles. Ainsi se trouve réalisé en astronomie un fait bien connu en biologie : la vie renaît de la mort. Cet astre mort communique le mouvement aux eaux qui recouvrent notre planètre et, le mouvement, n'est-ce pas une forme de la vie! (*Applaudissements*).

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
N° 69. — 25 Mars 1906.

# Sur la septième Campagne scientifique de la "Princesse-Alice".

NOTE

DE S. A. S. LE PRINCE ALBERT DE MONACO

Pendant l'année 1905 j'ai conduit ma Campagne d'Océanographie jusque dans la mer des Sargasses, au milieu de l'Atlantique, en lui donnant trois objets principaux : la faune bathypélagique, la faune des Sargasses, la météorologie de la haute atmosphère. Mes collaborateurs dans ces travaux étaient MM. le Dr Richard, directeur du Musée Océanographique de Monaco; Bouvier, membre de l'Institut; Hergesell, professeur à l'Université de Strasbourg; Pettit, assistant au Muséum de Paris; Charles Sauerwein, enseigne de vaisseau de la Marine française; Sirven, assistant au Muséum de Monaco; Tinayre, artiste peintre. Le départ eut lieu de Marseille, le 20 juillet et le retour s'est effectué le 24 septembre, après 64 jours de campagne. Avant cette période, quelques travaux du même genre avaient eu lieu au large de la Principauté.

*Océanographie pure.* — Il a été fait 118 sondages jusqu'à la profondeur de 5580m et avec les divers instruments capables de renseigner sur la nature du fond; 28 prises d'échantillons d'eau avec la bouteille Richard et le tube Buchanan.

*Zoologie.* — Les opérations zoologiques sont réparties entre 6 chaluts à étriers, 6 chaluts à plateaux divergents, 1 chalut

bathypélagique, 41 pêches verticales, 3 nasses à galets, 5 palancres, 2 lignes de fond, 1 harpon, 3 foënes, 24 haveneaux, 3 boîtes à microbes, 138 pêches pélagiques, 2 captures d'oiseaux terrestres.

Le chalut à étriers, depuis 185$^{m}$ jusqu'à 3465$^{m}$, m'a donné, entre autres objets dignes de remarque, par 1968$^{m}$ et près de Madère : de nombreux Alcyonaires et Antipathaires, plusieurs Crinoïdes intéressants et deux spécimens très rares de *Gephyrocrinus Grimaldii* précédemment découvert par la *PRINCESSE-ALICE*. De nombreux Crustacés Macroures et autres : le *Polycheles eryoniformis* Bouv., espèce nouvelle rappelant par sa carapace dilatée celle des *Eryon* jurassiques; parmi les Poissons un *Cyclothone bathyphila* sans doute pris à la montée ; des Ophiures et des Holothuries.

Par 3465$^{m}$ : plusieurs Crevettes, dont un *Hepomadus tener* Smith extrêmement rare, connu seulement aux Etats-Unis et aux Indes, *Willemœsia forceps* M.-Edw., un *Acanthephyra* pris également à la montée.

Le chalut à plateaux, depuis 141$^{m}$ jusqu'à 3465$^{m}$, m'a donné notamment, par 3465$^{m}$, et sans avoir touché le fond, la récolte suivante qui offre beaucoup d'intérêt : un *Cirroteuthis* nouveau, noir uniforme, à grosses papilles brachiales noires; un petit Céphalopode grêle, sans doute nouveau comme genre et comme espèce, muni d'yeux télescopiques avec un organe lumineux (?) trilobé très singulier ; un beau Crustacé sergestide ; un Poisson du genre *Malacosteus*, et de nombreux petits *Cyclothone*.

Le chalut bathypélagique, appareil nouveau, de très grandes dimensions, destiné à des recherches spéciales entre la surface et le fond, a été essayé une fois pour observer son fonctionnement et préparer son emploi futur.

Le filet vertical de grande ouverture (3$^{m}$ et 5$^{m}$ de côté), depuis la surface jusqu'à 5400$^{m}$, a été, pendant cette campagne, l'engin le plus productif. Ses résultats sont tellement nombreux que je mentionnerai seulement leurs grandes lignes; ils présentent, en outre, un intérêt considérable. Les 41 descentes exécutées m'ont ramené beaucoup d'animaux déjà obtenus l'an dernier par le même moyen; certaines formes reviennent dans presque toutes

les opérations, notamment de grandes *Sagitta* incolores ou oranges, des Copépodes rouges souvent de grande taille, de petits Poissons *(Cyclothone microdon)*, des Schizopodes et des Ostracodes. Les Méduses d'eau profonde sont nombreuses et très variées. M. Maas a reconnu *Aeginura Grimaldii*, *Rhopalonema cœruleum*, *Periphylla hyacinthina*, *Attola Bairdi*, *Pantachogon*, *Aegina;* une Ulmaride nouvelle, couleur lie de vin, voisine des *Aurelia* et constituant le premier représentant de cette famille dans les eaux profondes ; *Halicreas*. Il y a également beaucoup de Siphonophores petits (*Diphyes* etc.) et de petites Actinies pélagiques assez rares.

Parmi les Ostracodes, il faut signaler à part de gros *Gigantocypris* sphériques et plusieurs spécimens d'un gros Ostracode tout noir ou à peu près, dont la forme imite celle d'un pépin mûr de poire. C'est sans doute une espèce nouvelle.

Les Annélides sont surtout représentées par des formes incolores transparentes (*Vanadis*, *Asterope*, *Alciope*) à gros yeux rouges; les *Lopadorhynchus*, etc., et surtout les *Tomopteris* élégantes à longues antennes filiformes. Les Némertes ont fourni une importante contribution, avec un nombre relativement grand d'espèces nouvelles de ce groupe jusque-là si mal représenté dans la faune bathypélagique : en particulier plusieurs spécimens d'une grande Némerte orangée, une *Pelagonemertes* et d'autres formes que M. Joubin étudie.

Les Amphipodes sont très nombreux : *Phronima* de plusieurs espèces, dont une nouvelle, un *Acanthoscina*, un *Thaumatops* et beaucoup d'autres formes remises à M. Chevreux. Parmi les Schizopodes on trouve abondamment *Eucopia*, *Euphausia*, *Thysanopoda*, *Nematoscelis*, etc. Les Décapodes fournissent plusieurs découvertes intéressantes. Dans la mer des Sargasses mon filet a ramené un de ces curieux Crustacés du genre *Eryoneicus;* l'espèce est nouvelle, M. Bouvier l'a nommée *E. Alberti*.

D'autre part l'*E. Faxoni* est revenue dans un filet descendu à 2375$^{m}$ près des Baléares. Les Pénéides comprennent un très grand nombre de *Gennadas elegans* pris dans la zone bathypélagique. Au nombre des Macroures l'*Acanthephyra pulchra*, d'un rouge admirable, ne se trouve qu'au delà de 1000$^{m}$. Les autres

Macroures, nombreux et certainement fort intéressants, n'ont pu encore être étudiés. Un filet descendu à 1500$^{m}$, dans la mer des Sargasses, a ramené un *Glaucothoe Peroni* présentant la couleur rouge des Crustacés bathypélagiques. Sur ce cas et quelques autres concernant des *Glaucothés* recueillis pendant la Campagne de 1905, M. Bouvier s'appuie pour établir définitivement que ce sont des larves de Pagures, pélagiques et s'efforçant d'atteindre le fond pour y chercher un abri dans des coquilles, mais qui, entraînées par des courants ou pour d'autres raisons, peuvent continuer leur existence pélagique en subissant des mues et en croissant sans se transformer en Paguriens. Les Ptéropodes et les Hétéropodes sont représentés par des genres assez nombreux.

Les Céphalopodes abondent également, mais le plus souvent ils appartiennent à la famille difficile des *Cranchiadæ*, et ne mesurent que quelques millimètres; pour cela leur étude marche lentement, mais elle promet d'être fructueuse. Plusieurs espèces, notamment, portent des yeux pédonculés.

Les Poissons obtenus sont les suivants : *Cyclothone microdon* abondamment répandu; plusieurs Scopélidés. *Chauliodus Sloani* de diverses stations et à divers états de développement. Un *Eurypharynx* dans un filet descendu à 4000$^{m}$. *Cyema atrum*, noir et *Argyropelecus* à yeux télescopiques. Un Leptocéphale remarquable par sa longueur de 230$^{mm}$ avec une queue effilée. Dans la Méditerranée, deux *Paralepis coregonoides*.

Les nasses triédriques à galets ont fourni deux résultats excellents. Par 3465$^{m}$, un Céphalopode du genre *Mastigoteuthis*, sans doute nouveau, reconnu comme le propriétaire de tentacules filiformes, énigmatiques jusque-là, constamment recueillis depuis 20 ans sur les câbles de mes opérations où ils se fixent par un nœud. Un Poisson voisin des *Sirembo* et peut-être nouveau.

Par 1229$^{m}$, deux Poissons : *Synaphobranchus pinnatus* et *Symenchelys parasiticus;* 1 crevette : *Heterocarpus Grimaldii*.

Les hameçons descendus jusqu'à 1998$^{m}$ ont pris divers Poissons : *Spinax*, *Centroscymnus cœlolepis*, *Synaphobranchus*, *Centrophorus calceus*, *Spinax niger*. A la surface, *Pelamys sarda* et *Thynnus pelamys*.

Les harpons et foënes ont donné un Dauphin, des *Coryphæna hippurus*, un *Thynnus pelamys*.

Le haveneau a capturé, sous les rayons du projecteur électrique, notamment des *Glaucothoe rostrata*, signalés plus haut et l'un des Calmars souvent attirés par cette lumière. Plusieurs *Leachia cyclura* déjà pris les années précédentes, morts ou mourants, sur l'eau et beaucoup d'autres objets flottants.

La faune qui habite la mer des Sargasses a été étudiée à la surface, entre celle-ci et le fond, et sur le fond lui-même jusqu'à 3465$^{m}$. Une faune peu variée mais nombreuse vit au milieu de ces végétaux. On a obtenu des Actinies, des Ascidies, des Nudibranches, des Crabes, des Isopodes, des Poissons et aussi quelques animaux pélagiques se tenant au dehors des herbes, Le mimétisme est particulièrement sensible dans la faune des Sargasses.

Sur ces mêmes lieux on a recueilli une Holothurie pélagique morte, constituant une espèce nouvelle; on a capturé aussi plusieurs spécimens d'un curieux hémiptère (*Halobates Vüllerstorffi*) qui vit en sautant sur l'eau à des centaines de milles au large. Une série de 138 pêches pélagiques pour l'étude du plankton a été faite sur tout le parcours de la Campagne, avec le filet fin étroit du D$^{r}$ Richard. Parmi les résultats obtenus on peut signaler le cas d'un Crustacé, le *Penilia Schmackeri* Richard signalé pour la première fois dans la Méditerranée après avoir été rencontré à Hong-Kong, dans le golfe de Guinée et au Mexique.

*Microbiologie.* — Les résultats des trois expériences faites concordent avec ceux des années précédentes; presque toujours on a eu des cultures plus ou moins abondantes, plus ou moins tardives.

Il est intéressant d'ajouter que, dans la mer des Sargasses, à 1400 kilom. du continent le plus proche, mon navire a reçu la visite de 5 hirondelles (*Hirundo rustica erythrogaster* Bodd, variété américaine). Je signalerai d'autre part l'absence à peu près totale d'animaux à la surface de la mer dans toute la région balayée par les vents alizés entre le tropique, le continent africain et les Açores. Je n'y ai presque jamais vu un Cétacé ni

un oiseau marin: les Poissons volants et le plankton, seul, animent ce désert.

*Météorologie.* — Il a été fait 26 ascensions de ballons météorologiques et 13 de cerfs-volants, qui atteignirent l'altitude de 16000$^{m}$, les unes dans la Méditerranée, les autres dans la région des vents alizés. Le 28 août, non loin de la mer des Sargasses, un arc-en-ciel lunaire complet, double sur une certaine longueur s'est montré au couchant. Une peinture en a été faite aussitôt. Diverses fois, durant cette croisière, le phénomène signalé sous le nom de *rayon vert* a été constaté par plusieurs des savants embarqués.

(Extrait des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 12 Mars 1906; p. 621-624)

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
N° 70. — 30 Mars 1906.

# Notes sur la synonymie et le développement de quelques Hoplophoridæ.

(CAMPAGNES DE LA "PRINCESSE-ALICE" 1904-1905)

par H. COUTIÈRE

## SYSTELLASPIS DEBILIS, A. M.-Edwards

Au cours de la campagne de 1905, cette espèce a été recueillie, principalement, par le filet à grande ouverture, sous la forme très intéressante de spécimens immatures. Le plus jeune d'entre eux est même une larve sortant de l'œuf, de sorte que plusieurs états du développement de cette belle espèce ont pu être établis.

Tout d'abord, l'étude de ces spécimens m'a montré un fait assez inattendu : l'espèce *S. Bouvieri* H. Coutière, décrite sur un exemplaire unique recueilli en 1904, n'est autre qu'un jeune de la *S. debilis* (1) et ne peut servir qu'à désigner un « stade *Bouvieri* » (2).

(1) Bull. Océan. Monaco, n° 48, p. 8, fig. 3. 1905.

(2) M. Stanley W. Kemp, en examinant des spécimens de la *Systellaspis debilis* et de l'*Acanthephyra purpurea* des côtes d'Irlande, m'écrit qu'il est arrivé aux mêmes conclusions relativement à la synonymie de ces 2 espèces. Il ajoute de plus comme synonymes de l'*A. purpurea* : *A. Agassizi* Smith, *A. sica* et *A. acanthitelsonis* Bate, *A. rectirostris* Risso, *A. Batei* Stebbing, (nec Faxon).

Voici quelles différences séparaient les deux espèces :

| *S. Bouvieri* | *S. debilis* |
|---|---|
| Rostre 2 fois plus long que le céphalothorax, dents du bord supérieur équidistantes. | Rostre égal au céphalothorax ou un peu plus long, bord supérieur avec un groupe de 3-4 dents proximales isolées. |
| Pléosomite III avec une saillie épineuse médiane aussi longue que le segment suivant, l'abdomen étendu. | Saillie du pléosomite III peu visible, atteignant à peine le milieu du segment suivant, l'abdomen étendu. |
| Pléosomite IV et V avec une seule épine sur les bords latéraux. | Pléosomite IV et V portant 8 et 5-6 épines, respectivement, sur leurs bords latéraux. |
| 20 organes lumineux environ. | 143 organes lumineux. |

Les différences tirées en particulier des pléosomites pourraient paraître d'autant plus spécifiques qu'elles caractérisent deux espèces à l'état adulte : *S. cristata* Faxon, dont le pléosomite III est très saillant et épineux, *S. lanceocaudata* Sp. Bate, dont les pléosomites IV et V n'ont qu'une seule épine latérale. De même, le petit nombre d'organes lumineux se retrouve chez les *Hoplophorus* adultes, qui sont, ainsi que je l'ai montré, extrêmement voisins des *Systellaspis*.

Cependant, sur une série suffisante de spécimens jeunes, aucun de ces caractères ne conserve sa valeur, et l'identification des deux espèces ne saurait faire de doute.

J'ajouterai, sur l'adulte, quelques détails à ceux que j'ai donnés antérieurement. Le rostre porte, à sa base, 3 dents groupées, parfois 4, plus fortes que les suivantes, et séparées d'elles par un intervalle assez grand. Le rostre devient brusquement concave ensuite et son bord supérieur porte encore 10 dents, les 2 proximales plus espacées; son bord inférieur porte 10 dents irrégulièrement alternes avec les précédentes. Le rostre est un peu plus long que le céphalothorax (Fig. 3, D).

L'ophtalmopode se termine par une surface cornéenne sphérique, brun-noir; il y a un ocelle ovale, de teinte plus foncée, à la partie supéro-externe de l'œil, alors qu'à la partie supéro-interne est un tubercule conique, incolore, constant chez les Hoplophoridæ, et qui se retrouve, identique comme forme et

position, chez les Pénéides inférieurs et les Lophogastridæ (papille oculaire de G.-O. Sars). Peut-être est-ce un organe lumineux aussi, peut-être un organe sensoriel particulier. L'œil porte encore 3 organes lumineux; d'eux d'entre eux occupent les extrémités d'une bande inféro-externe qui empiète comme un coin sur la cornée, en avant, et n'est visible qu'en-dessous, en arrière. Le troisième organe lumineux est inféro-interne, situé dans le voisinage de la papille oculaire, de forme circulaire et légèrement convexe (Fig. 1, A, B, C).

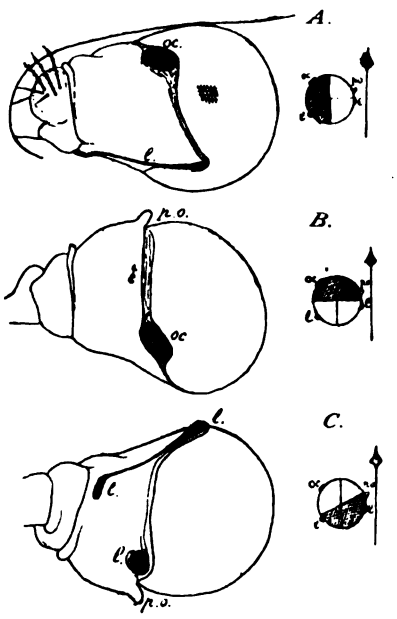



Fig. 1. — *Systellaspis debilis* A. M.-Edwards. (Œil gauche de l'adulte vu en positions successives : A, latéralement; B, en dessus; C, en dessous et obliquement (le plan sagittal est indiqué par une flèche sur les schémas, à droite du dessin); *oc*, ocelle; *p. o*, papille oculaire; *l*, organes lumineux. (Quelques ommatidies sont figurées en A).

Le diamètre vertical de la cornée est environ 1/7 de celui du céphalothorax, mesuré à partir de la dent orbitaire médiane du rostre.

Le nombre des organes lumineux est plus grand encore que je ne l'avais d'abord évalué. En voici le détail.

| | PAIRS | IMPAIRS |
|---|---|---|
| Céphalothorax (4 séries un peu obliques de bas en haut et d'avant en arrière, la plus inférieure comprenant une ligne presque continue de 12 taches) | 23 | 2 |
| Ophtalmopodes | 3 | » |
| Maxillipèdes II (sur l'exopodite) | 1 | » |
| — III (exop. et article terminal) | 2 | » |
| Péréiopode II (sur l'exopodite) | 1 | » |
| — III (exop. et carpe) | 2 | » |
| — IV — — | 2 | » |
| — V (exop., pleuropodite, carpe et propodite) | 5 | » |
| Pléosomite I | 3 | 1 |
| — II | 6 | 1 |
| — III | 3 | |
| — IV | 2 | 1 |
| — V | 2 | 1 |
| — VI | 1 | 1 |
| Telson | » | 2 |
| Pléopodes 1, 2, 3, 4, 5 (pleuropodite et endopodite) | 10 | » |
| Uropodes (pleuropodite ?) | 1 | |
| | $(2 \times 67) + 9$. | |
| TOTAL | 143 | |

La silhouette de la fig. 4, D, indique la place de ces organes et leur volume relatif. Ceux de la cinquième paire sont les plus volumineux de tous, et ceux situés sur le carpe et le propodite sont même doubles, comme s'ils occupaient toute l'épaisseur de l'article. Le pigment qui les indique est de couleur violet noir. Les mieux circonscrits sont ceux de la base des pléopodes, et leur structure est certainement plus complexe (1).

(1) Les organes lumineux de la base des pléopodes paraissent se rapprocher beaucoup de ceux des Euphausidæ, tous les autres semblent être de simples amas de cellules à lumière, disposées sur une seule assise et recouvertes de pigment.

Les œufs ont 3mm 5 de grand axe, 2mm de petit axe. Ils sont rangés régulièrement entre les pléopodes, en 4 groupes. Le premier, en avant des pléopodes de la 1re paire, comprend 3 œufs, deux latéraux, un médian; les deux derniers ont chacun 4 œufs, deux latéraux, deux médians superposés; le second groupe correspond au maximum d'élargissement de l'abdomen, les pleurons du 2e pléosomite étant recouvrants en avant et en arrière; aussi ce groupe comprend-il 5 œufs ou davantage. En tous 16 œufs, 18-20 au plus.

L'orifice de ponte est fermé par un clapet semi-ovale, occupant une moitié du coxopodite de la 3e paire. Il ne mesure pas

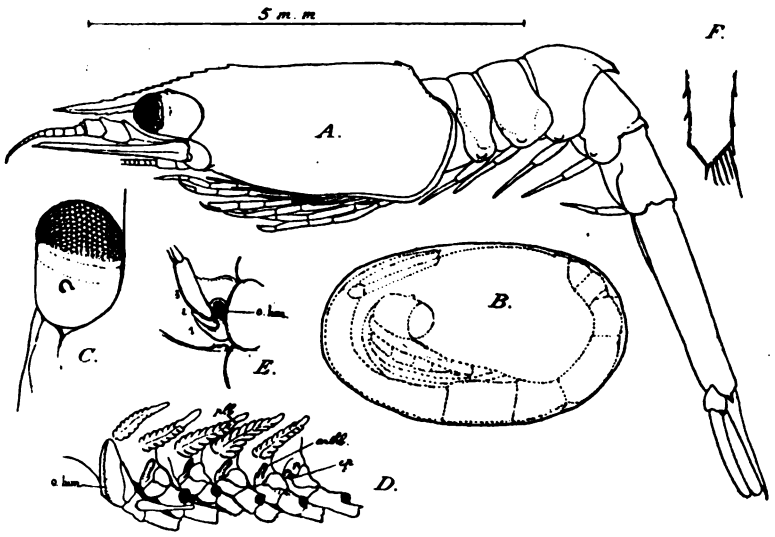



Fig. 2. — *Systellaspis debilis* A. M.-Edwards. A, larve récemment éclose; B, œuf (la larve précédente y est supposée contenue); C, œil de la larve précédente, vu d'en dessus et plus grossi; D, appareil branchial montrant les arthrobranchies et les épipodites à l'état de bourgeons, et l'organe lumineux du 5e pleuropodite; E, extrémité du telson. (Stn. 2138).

plus de 1mm de diamètre maximum, et les œufs doivent en sortir en s'étirant beaucoup.

La forme la plus jeune que je rapporte à cette espèce est représentée par un spécimen long de 11mm (Fig. 2, A). Les appendices ne portent que quelques très rares soies, encore molles,

appliquées contre les appendices; aucune n'est plumeuse. De plus, les membres thoraciques sont tous dirigés en avant et leurs articles sont tous semblables, de forme cylindrique, nus et lisses. Seules, les pinces terminant la 1re et la 2e paire sont distinctes. La région céphalothoracique se montre pleine de vitellus non absorbé. En un mot, il s'agit d'une larve en tous points comparable à celles de certains Alpheidæ à gros œufs — avec cette différence qu'ici la 5e paire de pattes possède, comme les autres, un exopodite — et il est visible que cette larve est sortie de l'œuf depuis peu de temps. Les dimensions de l'œuf qui a 9mm de contour environ, cadrent très bien, d'autre part, avec celles de la larve, car le 6e pléosomite et le telson viennent recouvrir en partie le céphalothorax, alors que le rostre se recourbe vers le bas, et que les ophtalmopodes et les antennes se dirigent en arrière (Fig. 2, B).

La larve en question ayant été recueillie en dehors de l'œuf, il ne peut y avoir de certitude absolue dans son attribution à la *S. debilis;* mais d'une part, il s'agit sans le moindre doute, d'une larve de *Systellaspis*, d'autre part, on ne pourrait l'attribuer, en dehors de *S. debilis*, qu'à *S. lanceocaudata*, ce qu'il n'y a aucune raison de faire, cette dernière espèce ne se trouvant pas parmi les matériaux recueillis, et se montrant encore plus éloignée, dans sa forme, de la larve ci-dessus que la *S. debilis*.

Le rostre à 13 dents en dessus, 5 en dessous, il est encore dirigé un peu vers le bas. Les dents du bord supérieur sont légèrement plus distantes dans la région sus-orbitaire. Le céphalothorax porte, près de son bord postérieur (cardiaque) une dent dirigée en avant, comme chez les *Procletes* et certaines espèces de *Gnathophausia*. (*Gn. gracilis* W. Suhm.)

Les pléosomites III, IV, V ont déjà l'aspect qu'ils possèdent chez la *S. Bouvieri*, la dent médiane du somite III moins accusée toutefois. Le pléosomite 6 est un peu plus de 2 fois 1/2 le précédent.

Le telson se termine par un angle obtus et non par une longue pointe. Il porte une soie médiane et 6 paires de soies latérales, futures épines du bord postérieur (Fig. 2, F).

Le tubercule conique (papille oculaire) est dorsal et assez loin

du bord de la cornée (Fig. 2, C). Il y a déjà une tache ocellaire plus foncée, et les rudiments, non pigmentés, des organes lumineux.

Les ophtalmopodes sont très différents de ceux de l'adulte. Le diamètre de la cornée mesure 1/5 du céphalothorax, au lieu de 1/7 chez l'adulte. L'ophtalmopode entier mesure presque 1/3 de la même longueur, au lieu de 1/5 chez l'adulte. Il est vrai que la surface cornéenne est à peine hémisphérique, et plus étroite que son support, alors qu'elle s'étend sur les 3/4 d'une sphère environ chez l'adulte. On peut avec une approximation suffisante, estimer la surface du corps entier chez cette larve en la supposant égale à deux cônes, l'un antérieur, dont le diamètre est la hauteur du céphalothorax à sa base, hauteur projetée sur le plan horizontal. Le second cône à pour diamètre la hauteur sensiblement moindre, de l'abdomen à sa base. Les apothèmes de ces cônes seraient les longueurs estimées à partir de l'articulation thoraco-abdominale, jusqu'à l'extrémité du rostre d'une part, du telson d'autre part. La surface de la cornée, et celle du corps ainsi évaluée, sont dans le rapport de 0,012.

Les organes lumineux sont en outre visibles, non pigmentés également, sur le pleuropodite de la 5e paire et sur celui des pléopodes. Ces derniers appendices montrent, en effet, trois articles au sympodite, l'article médian (coxopodite), sous forme d'un bourrelet oblique assez étroit, mais dont les limites sont parfaitement nettes (Fig. 2, E).

Les 3 articles du sympodite sont également distincts sur les antennes, le « pleurocérite » est surtout visible latéralement, mais aussi un peu en dessous, sous forme d'un onglet opposé au tubercule excréteur.

Il y a 5 pleurobranchies présentes, incomplètement divisées en lobes au sommet; les arthrobranchies sont présentes à l'état de bourgeons, dont deux sur le 3e maxillipède. Les épipodites sont également indiqués par des bourgeons peu apparents, sur ces maxillipèdes et les 4 paires suivantes de membres (Fig. 2, D).

Cette larve de *Systellaspis* provient de la station 2138 (0-3000m). Les 2 spécimens qui viennent ensuite comme taille ont 15mm de longueur et se laissent déterminer sans hésitation

comme *S. Bouvieri*. Ces 2 spécimens proviennent l'un de la station 2185 (0-3000$^{m}$), le second de la station 2269 (0-3000$^{m}$). Ils diffèrent seulement par la pigmentation des organes lumineux, nulle chez le premier, d'un violet très clair chez le second.

Les dents du rostre sont aussi un peu différentes : respectivement $\frac{14}{7}$ et $\frac{16}{9}$ dents.

Le rostre est complètement droit, seulement un peu plus long que le céphalothorax, et les dents du bord supérieur équidistantes (Fig. 3, D). La dent du bord dorsal de la carapace

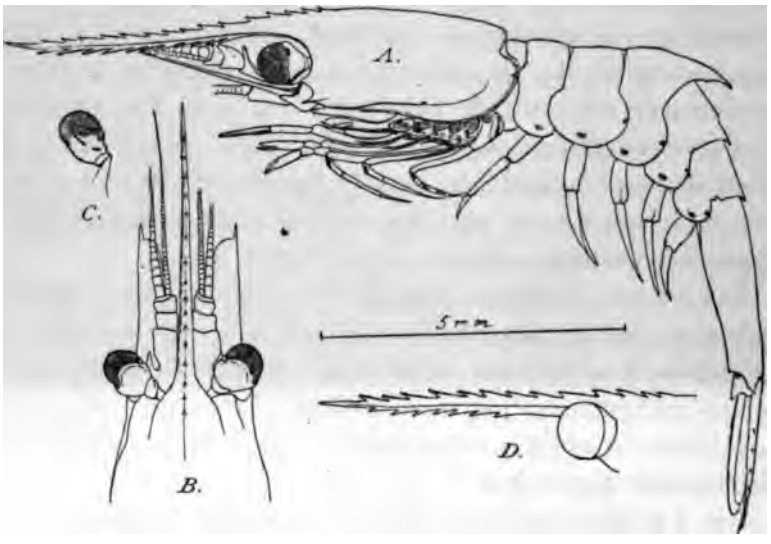



Fig. 3. — *Systellaspis debilis* A. M.-Edwards. A, spécimen de 18$^{mm}$ (Stn. 2040); B, le même vu en dessus; C, l'œil vu en dessous pour montrer les 3 organes lumineux distincts; D, rostre d'un spécimen de 15$^{mm}$. (Stn. 2185).

est encore bien visible. Les pléosomites III, IV, V, sont comme chez la *S. Bouvieri*, le pléosomite VI aussi long relativement au 5$^{e}$ que chez la larve précédente, mais plus épais.

Le telson est, comme chez les adultes, en forme de pointe aiguë bordée d'épines.

Les ophtalmopodes ont pris à peu près leur forme définitive, les cornées sont plus sphériques, l'ophtalmopode piriforme.

Pour estimer la surface du corps comme chez la larve précédente, les cônes antérieur et postérieur doivent désormais avoir pour diamètre à la base les hauteurs respectives des pléosomites III et IV, par suite de l'accroissement pris par l'abdomen et de l'allongement relatif du céphalothorax. Ses apothèmes s'étendent toujours jusqu'aux pointes du rostre et du telson. D'autre part, la surface cornéenne est devenue sensiblement les 3/5 d'une sphère. Le rapport des deux surfaces ainsi estimées est égal sensiblement à 0,015, au lieu de 0,012, augmentation due surtout à la cornée, qui possède maintenant sa taille maxima. La papille oculaire est du côté interne, comme chez l'adulte, la tache ocellaire et les organes lumineux bien indiqués.

Tous les articles des membres ont leur forme bien reconnaissable, les pinces de la 1re paire sont pourvues de la brosse de soies palmaire, les membres de la 5e paire ont leur propodite caractéristique. Les soies des appendices sont étalées et plumeuses.

Les organes lumineux visibles sont ceux des maxillipèdes externes, des pattes thoraciques 3, 4, 5, à leur place habituelle, ceux de la base des pléopodes. Ceux des exopodites ne sont pas visibles.

Les arthrobranchies et les épipodites ($\alpha$ seulement) sont à l'état de bourgeons très distincts.

Un autre spécimen, long de 18mm se montre notablement plus développé (Station 2040, grand filet à 4 plateaux). Le rostre a 1 fois 1/2 la longueur du céphalothorax avec $\frac{15}{11}$ dents à peu près équidistantes au bord supérieur; il est légèrement convexe. L'armature du pléosomite III est plus forte que chez les précédents (Fig. 2, A).

Tous les organes lumineux présents sont fortement pigmentés. Les yeux en portent 3, bien isolés (Fig. 3, C); sur les appendices, on trouve les mêmes que chez les précédents exemplaires, mais on en remarque maintenant sur la carapace (une paire), sur le bord des pleurons abdominaux 2, 3, 4, 5, les exopodites des membres thoraciques et abdominaux.

Ce spécimen paraît être un ♂, d'après la forme des

coxopodites de la 5e paire; il ne possède cependant qu'un rétinacle sur le 2e pléopode.

Le type de la *S. Bouvieri*, long de 30mm (et non de 25 comme

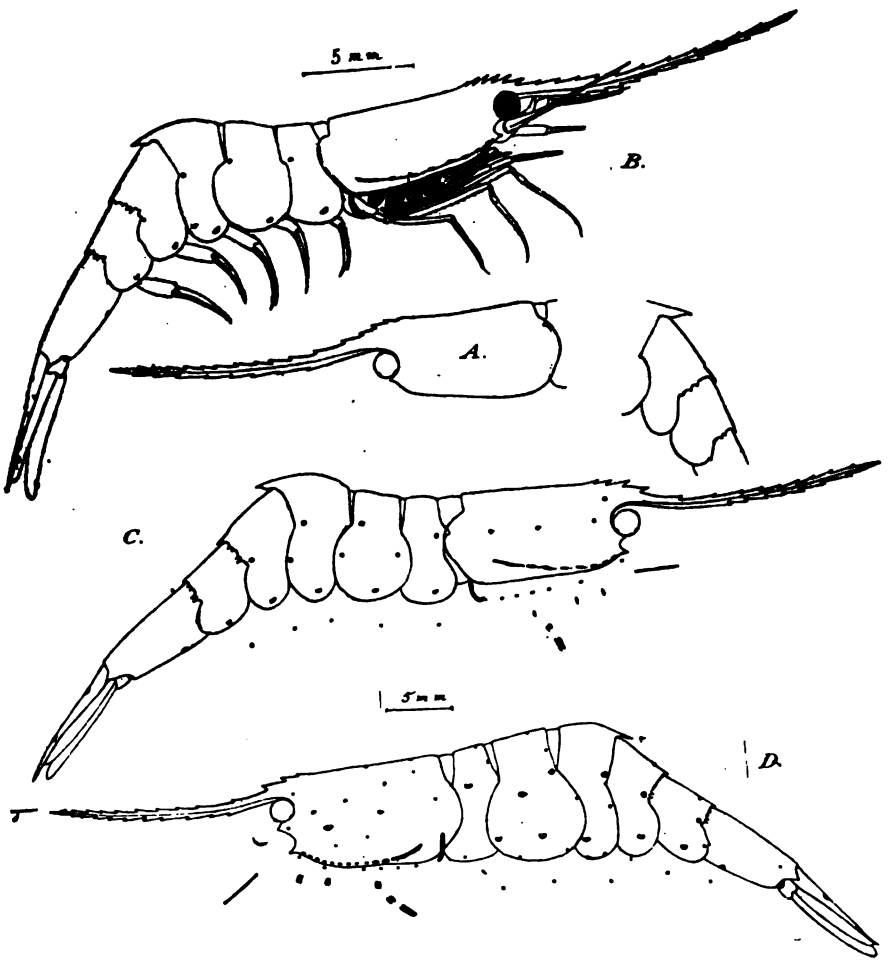



Fig. 4. — *Systellaspis debilis* A. M.-Edwards. A, B, C, spécimens montrant l'évolution progressive de la forme du rostre, des pléosomites IV et V, des organes lumineux [Ils n'ont pas été figurés en A, et seulement indiqués en silhouette en C], (Stn. 2105, 2212, 2115); D, spécimen adulte (♀ ovée, Stn. 1856) les organes lumineux indiqués seulement en silhouette.

la description le porte par erreur) se place très près du précédent spécimen, dont il diffère surtout par son rostre exceptionnellement long (2 fois le céphalathorax). Ses organes lumineux

sont très décolorés, et les plus grands seuls visibles. Le diamètre de la cornée est encore 1/5 du céphalothorax; elle est, comme le rostre, à son maximum de grandeur.

Le plus grand spécimen encore au stade « *Bouvieri* » que j'aie examiné mesure 44$^{mm}$ (Station 2105). Le rostre est déjà moins long, (1,75 du céphalothorax) et porte $\frac{16}{10}$ dents. Il est fortement et plus brusquement concave, de sorte que le groupe des dents orbitaires paraît plus isolé. L'épine du pléosomite III est moins saillante, les pléosomites IV et V ont 2 épines sur leurs bords latéraux. Le rapport entre les pléosomites VI et V est seulement un peu supérieur à 2 (Fig. 4, A).

Sur l'exemplaire suivant, long de 49$^{mm}$, les caractères de la *S. debilis* sont déjà assez affirmés pour que la détermination comme *S. Bouvieri* soit très malaisée. Le rostre a $\frac{13}{8}$ dents, le groupe des dents orbitaires et la courbure concave sont très marqués. Les pléosomites IV et V portent cette fois sur leurs bords latéraux 4 épines chacun. Beaucoup de nouveaux organes lumineux sont visibles, il y en a 12 de part et d'autre de la carapace, dont 8 en une ligne près du bord inférieur, 7 de part et d'autre des pléosomites 1, 2, 3, 4; ceux des exopodites thoraciques et abdominaux sont présents, et aussi ceux du telson (Station 2115), (Fig. 4, C).

Un autre spécimen, long de 56$^{mm}$, est très semblable au précédent. Le rostre est seulement un peu plus long, (1,8 du céphalothorax au lieu de 1,75), et les dents orbitaires forment un groupe de 5-6. Il y a en tout $\frac{17}{10}$ dents (Stn. 2212), (Fig. 4, B).

Le dernier spécimen est une ♀ longue de 68$^{mm}$, qui porte 11 œufs. Le rostre n'a plus que 1,5 fois le céphalothorax, il porte $\frac{15}{10}$ dents, dont un groupe de 5 dents sus-orbitaires. Le pléosomite III n'a plus qu'une épine peu saillante. Les segments suivants ont sur leurs bords latéraux 8 et 5 épines respectivement. Il n'y a que 4 organes lumineux de plus, de part et d'autre de la carapace. Le diamètre cornéen est celui des adultes, 1/7 du céphalothorax (Station 2269, 0-3000$^{m}$).

Le rapport de la surface cornéenne — occupant maintenant les 3/4 d'une sphère — à la surface totale du corps, n'est plus que de 0,0075, à peine. Par rapport aux spécimens du stade « *Bouvieri* » où ce rapport était 0,015, cette diminution est presque exclusivemene du fait de la cornée, qui n'a pas suivi l'augmentation de surface du corps (1). On voit qu'il y a, en somme, diminution très nette de la surface visuelle en passant de la larve à l'adulte. Il est bien entendu que cette diminution est compensée, et très au delà, par la perfection de l'appareil visuel adulte; les ommatidies, de section carrée chez l'adulte (30 μ de côté) sont au nombre de 8000 environ par œil. Sur le spécimen au stade « *Bouvieri* » de la station 2040, il n'y en a guère que 900, dont la section tend vers l'hexagone surtout sur les bords, et se montre un peu plus grande.

### Acanthephyra purpurea A.-M. Edwards

Les matériaux recueillis en 1905 permettent d'établir pour cette espèce des faits analogues à ceux concernant la *S. debilis*. Elle traverse au cours de son développement un stade où elle se montre notablement différente de l'adulte, et ce stade, pendant lequel ces spécimens sont encore immatures, correspond à l'espèce *A. parva* H. Coutière, qui devient ainsi synonyme de l'*A. purpurea*.

Comme pour la *S. debilis*, les différences entre les formes jeunes et les adultes fournissent, chez d'autres espèces, des caractères spécifiques. Elles sont surtout tirées du rostre et des yeux. Le rostre est beaucoup plus court que la carapace

(1) Si on rapporte les surfaces respectives du corps à 1mm de sa longueur totale, on obtient des nombres qui sont : pour la larve sortant de l'œuf 46,63, pour le spécimen au stade « *Bouvieri* » (Stn. 2040) 41,45, et pour l'adulte 48,77. C'est, comme on le voit, les spécimens immatures très jeunes, possédant à la fois l'allongement maximum du rostre et la surface maxima de la cornée, qui ont la plus petite surface totale par unité de longueur. La larve venant d'éclore se rapproche de l'adulte, anomalie explicable par suite de son développement, très raccourci comme durée de l'existence pélagique, si on le compare à celui d'une larve zoé.

chez l'*A. parva* et il en est ainsi chez toutes les espèces que Sp. Bate a fait entrer dans le genre *Hymenodora, (H. duplex, rostrata, mollis, glauca, mollicutis)* et plusieurs *Acanthephyra (A. eximia* Smith, *A. curtirostris* W. Mason, *A. cucullata* W. Faxon). Les yeux sont surtout très différents chez l'*A. parva* et l'*A. purpurea*, en ce que la surface cornéenne est beaucoup plus grande, par rapport à l'ophtalmopode, chez les spécimens adultes que chez ceux au stade « *parva* ». Or, parmi les espèces à court rostre citées, plusieurs ont à l'état adulte, des yeux très réduits, le diamètre cornéen étant au plus égal à celui de l'ophtalmopode *(A. cucullata* Faxon, *A. curtirostris* W. Mason) ou plus petit *(Hymenodora mollis* Sp. Bate); *A. microphtalmus* Smith, parmi les espèces à long rostre, est aussi un exemple typique de la réduction de l'œil à l'état adulte. A priori, l'*A. parva* paraissait devoir être rangée parmi ces espèces, alors qu'au contraire les cornées croissent avec la taille par rapport à l'ophtalmopode.

Le plus petit spécimen que j'ai examiné mesure $10^{mm}5$, sensiblement la taille de la première larve des *Systellaspis*. Il s'agit certainement d'une larve d'*Acanthephyra*, et il n'y a guère de doute qu'elle ne doive être rapportée à l'*A. parva* très jeune, et par suite à l'*A. purpurea* (Station 2138).

Le rostre montre en dessus 5 dents très peu visibles, et 3 encore moins marquées en dessous. Il est moins long que les ophtalmopodes. De même que sur la larve de *Systellaspis*, on remarque près du bord postérieur du céphalothorax une épine médiane dirigée en avant, analogue à celle des *Procletes* et des *Gn. gracilis*. Le pléosomite III très arqué, de même que le pléosomite VI très long, (2,55 fois le pléosomite IV) sont des caractères larvaires fréquents, et la simple exagération des dispositions normales chez l'adulte (Fig. 5, A).

Rapporté à la longueur du céphalothorax, (rostre non compris), le diamètre moyen de la cornée est contenu 8,33 fois dans cette longueur. C'est sensiblement la même proportion que chez l'adulte (8,14). J'ai évalué la surface du corps, par les mêmes procédés approchés que chez les *Systellaspis*, en considérant toutefois ici, à cause du rostre très court, la région

antérieure, entre la courbure de l'abdomen et l'extrémité du scaphocérite, comme un tronc de cône dont le diamètre moyen est celui de la carapace à sa base. La cornée est sensiblement hémisphérique, et le rapport des deux surfaces, beaucoup plus faible que chez les *Systellaspis*, est 0,0037 environ. Chez l'adulte, ce rapport est moindre, 0,003 à peine, de sorte qu'il y a, là encore, diminution de la surface visuelle de la larve à l'adulte. Chez ce dernier cependant, la cornée couvre les 3/4 d'une sphère, et le nombre des ommatidies est au moins 10 fois supérieur, mais ce désaccord apparent entre l'aspect de l'œil et ses proportions réelles tient surtout à ce que la cornée grandit aux dépens de l'ophtalmopode : en supposant les yeux

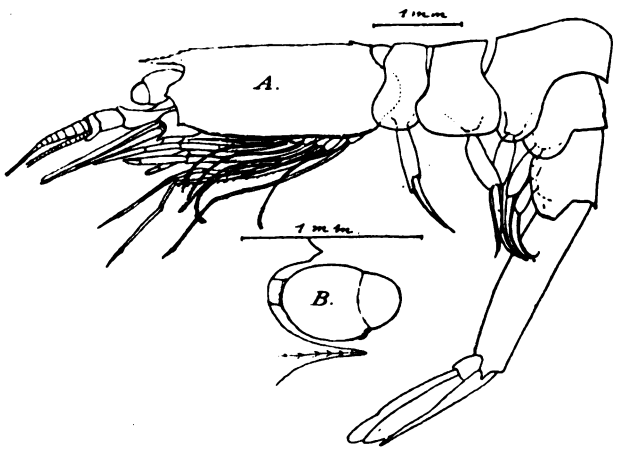



Fig. 5. — *Acanthephyra purpurea* A. M.-Edwards. A, larve très jeune; B, œil de la même, vu en dessus et plus grossi. (Stn. 2138).

de même longueur totale, l'un chez la larve ci-dessus, l'autre chez l'adulte, le rapport des surfaces occupées par la cornée est voisin de 4.

La papille oculaire se montre sous forme d'une faible saillie convexe, située dans la partie supéro-interne de l'œil, presque dans le plan sagittal. Il n'y a pas de tache ocellaire visible. L'ophtalmopode ovoïde est aplati dans un plan oblique de haut en bas et de dedans en dehors, les axes de sa section transversale, qui est une ellipse, étant dans le rapport de 1,33, sensiblement comme chez l'adulte (Fig. 5, B).

Tous les appendices de cette larve sont présents, avec une forme très comparable à celle qu'ils posséderont chez l'adulte. Les pattes sont seulement plus grêles et à peu près dépourvues des soies serrées qui les frangent chez l'adulte. Elles portent les épines mérales et ischiales. Les pinces de la 1re paire possèdent sur le propodite la brosse de soies caractéristiques. Tous les exopodites sont très longs, plumeux, et les pléopodes sont aussi très développés, indiquant qu'une telle larve se meut activement. Toutes les branchies sont présentes, les arthrobranchies à l'état de bourgeons cylindriques légèrement ondulés sur les bords, indication des futures lamelles branchiales. Les épipodites α et β sont les uns et les autres présents.

Comparée à celle des *Systellaspis* précédemment décrite, cette larve se montre sensiblement plus avancée à taille égale, témoignant qu'elle a traversé depuis l'éclosion une période de vie libre déjà longue, accomplie dans l'œuf par la première. Ses premiers stades à partir de l'éclosion restent inconnus; il est impossible de dire, par exemple, quelle est la forme de l'œil de la larve venant d'éclore, au stade « zoé » vraisemblalement, d'après le volume des œufs.

On ne remarque pas, dans la suite du développement, de stade où l'allongement du corps et des appendices étant maximum, la surface cornéenne passe aussi par un maximum vis-à-vis de celle du corps, contrairement à ce que l'on observe chez les *Systellaspis*. Peut-être cette différence est-elle liée à ce fait que la volumineuse larve au stade mysis des *Systellaspis* se trouve passer brusquement à la vie libre, alors que cette « métamorphose » ne se présente pas chez les *Acanthephyra*.

Quoi qu'il en soit, dans toute la série des spécimens venant ensuite, et qui s'échelonnent assez graduellement entre cette larve et l'adulte, on assiste à l'augmentation très progressive de la longueur du rostre et au changement de forme des ophtalmopodes, encore plus lent semble-t-il.

Les spécimens typiques de l'*A. parva*, que j'ai décrits et figurés antérieurement (1), sont les plus petits que j'aie examinés

(1) Bull. Océan. Monaco, n° 48, p. 15. 1905.

après la larve précédente; leur longueur s'étend de 28 à 25$^{mm}$, c'est dire qu'ils sont notablement plus âgés. Le céphalothorax s'est raccourci : mesuré entre le bord orbitaire et son bord postérieur, sur la ligne médiane, il devient sensiblement égal à la longueur du scaphocérite, mesuré à partir de la base visible de l'antenne. Le rostre dépasse la longueur des ophtalmopodes. Le pléosomite III est moins saillant, le pléosomite IV moins long (2-5 fois au plus le somite V). Les yeux sont encore peu différents de ceux de la larve précédente, cependant la cornée a gagné déjà en diamètre vertical, qui égale presque celui de l'ophtalmopode, comme en rayon antéro-postérieur. La papille oculaire est plus saillante, elle ressemble beaucoup maintenant aux organes lumineux des pléopodes chez les *Systellaspis* et les Hoplophores, sauf l'absence de pigment. La tache ocellaire se dessine, elle est circulaire et placée plus bas que chez l'adulte.

Sur des spécimens tels que celui de la station 1768, (Fig. 6, B, C, D) où le rostre a les 2/3 de la longueur du scaphocérite, et qui mesure 28$^{mm}$ de longueur totale, le somite VI a encore 1,8 fois la longueur du somite V. Les soies des pattes thoraciques sont très clairsemées. L'œil a progressé vers la forme de l'adulte. La papille oculaire est bien distincte et isolée, la cornée est légèrement plus large que l'ophtalmopode dans le plan vertical. Dans le sens antéro-postérieur, son rayon est les 2/5 de la longueur de l'œil, au lieu du tiers comme chez la larve de la station 2138.

J'ai trouvé que le rapport entre la surface cornéenne et celle du corps était, sur ces spécimens, très voisins, de 0,0034, plus rapproché encore des très jeunes que des adultes.

Ces caractères persistent sur des spécimens ayant 30$^{mm}$ de longueur totale, chez lesquels le rostre est encore loin d'avoir la longueur du céphalothorax. Il l'atteint sur un spécimen de 37$^{mm}$ (Stn. 2092) où la forme de l'œil est encore un peu différente : le bord de l'ophthalmopode, vu de côté, se montre un peu concave en dessous, au lieu d'être droit ou même convexe, le diamètre vertical de la cornée s'est encore agrandi, son rayon antéro-postérieur mesure 0,47 de la longueur totale de l'œil. Mais les différences avec l'œil de l'adulte sont bien visibles sur l'appendice vu obliquement, dans le plan où il est aplati au maximum.

On voit que la cornée n'est encore qu'hémisphérique et qu'elle est moins large que son support, dans ce sens transversal. Enfin l'ocelle est encore une très petite tache circulaire, et la papille

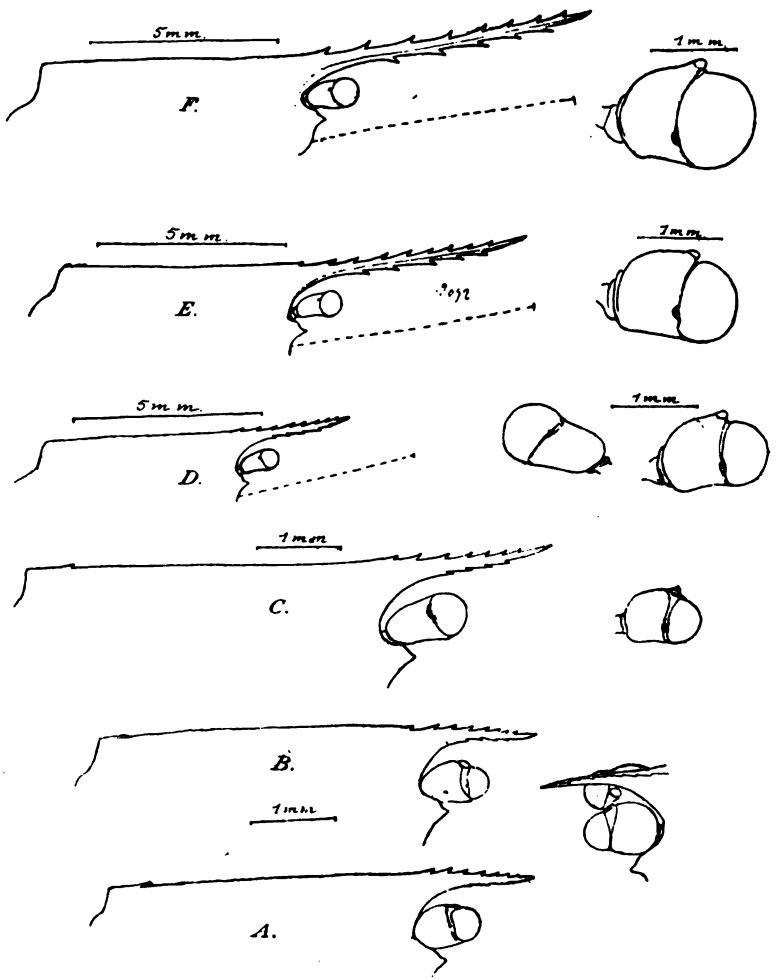



Fig. 6. — *Acanthephyra purpurea* A. M.-Edwards. A-F, spécimens jeunes, montrant l'évolution progressive de la forme du rostre et des yeux. Les yeux figurés sur la droite des dessins sont à la même échelle, ils sont vus de côté, mais obliquement de haut en bas et de dehors en dedans. Le scaphocérite est indiqué en pointillé en D. E. F. (Stn, 1856, A; 1768, B, C, D; 2092, E; 2099, F).

oculaire est relativement plus volumineuse que chez l'adulte (Fig. 6, E). Il faut remarquer aussi que le rapport entre les

pléosomites VI et V reste toujours égal à 1,8, que les dents du rostre sont plus inclinées en avant que chez l'adulte, que le rostre lui-même est dans le prolongement du céphalothorax et à peine courbé.

Un spécimen de la station 2099, long de 45$^{mm}$, se rapproche beaucoup, sur les divers points énumérés des spécimens adultes (Fig. 6, F). Le diamètre antéro-postérieur de la cornée mesure 0,54 de la longueur totale de l'œil, son diamètre transversal atteint celui de l'ophthalmopode. Sa papille oculaire et l'ocelle ne sont pas encore ceux de l'adulte. D'autre part, les dents du rostre ne sont guère inclinées à plus de 45°. Le rostre lui-même fait un angle marqué avec le bord du céphalothorax. Le rapport entre les pléosomites VI et V est toujours 1,8.

Chez les adultes, le rostre est toujours plus long que le céphalothorax et peut atteindre 1,5 fois sa longueur. Les dents du bord supérieur (8-9) sont inclinées à 45° sur le rostre, les plus proximales aussi espacées que les suivantes. Il y a 5-6 dents au bord inférieur, précédées d'une brosse de longues soies molles et plumeuses, (qui commencent à se montrer sur les spécimens longs de 25 à 27$^{mm}$).

Le pléosomite V n'est pas épineux sur la ligne médiane, le telson un peu plus court que les uropodes, mais quelquefois aussi long. Le rapport des pléosomites VI et V est environ 1,45 (Fig. 7, E).

La dimension antéro-postérieure de la cornée égale 0,58 de la longueur de l'œil. L'ophthalmopode, en forme de poire, s'atténue du côté proximal. Il est toujours plus étroit que la cornée, qui occupe presque les 3/4 d'une sphère. La tache ocellaire, en forme de virgule renversée, est située au tiers supérieur de l'œil vu latéralement, la papille ocellaire, conique, plus haute que large, est nettement interne. L'œil est aplati dans un plan un peu oblique de haut en bas et de dedans en dehors, le rapport des diamètres de l'ophtalmopode est 0,75, celui des diamètres de la cornée 0,9 (Fig. 7, A).

Les détails ci-dessus se rapportent à l'*A. purpurea* A. Milne-Edwards, mais les rapports ne sont pas moins nets entre l'*A. parva multidens* et la variété *multispina* de l'espèce, comme j'ai

pu m'en assurer par l'examen de quelques spécimens intermédiaires comme taille entre les types très petits de celle-là et les adultes de celle-ci. D'ailleurs, même sur les plus petits exemplaires de la variété, on retrouve les caractères vraiment

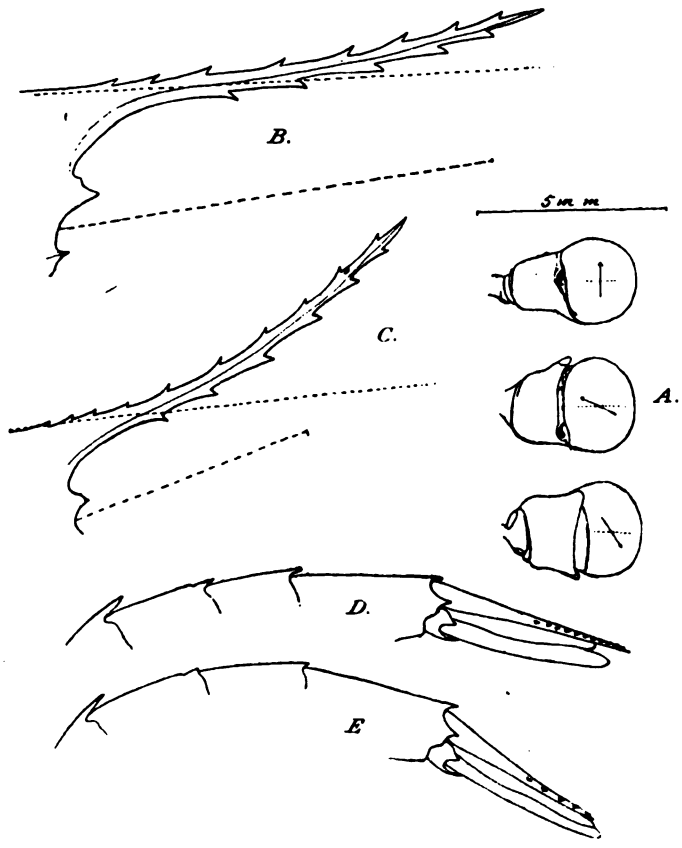



Fig. 7. — *Acanthephyra purpurea* A. M.-Edwards, et var. *multispina* H. Coutière. A, œil gauche vu en positions successives. La flèche indique, pour chaque position, la trace du plan sagittal. B, Rostre des spécimens typiques; C, rostre d'un spécimen *multispina* aberrant. La ligne pointillée supérieure continue le céphalothorax pour montrer l'angle que fait le rostre, l'inferieure correspond au scaphocérite; D, pléosomites et telson dans la var. *multispina*; E, id., chez les spécimens typiques de l'*A. purpurea*.

différentiels des adultes, à savoir : le nombre des épines du telson, variant de 6 à 11 paires (j'ai trouvé au plus 9 paires sur un jeune spécimen de la station 1851), le nombre plus grand aussi

des dents du rostre (10-11 dents au bord supérieur), le pléosomite V constamment épineux sur la ligne médiane chez les adultes. On remarque très fréquemment que les 2 dents proximales du rostre sont plus rapprochées que les autres, mais en fait, les caractères tirés du pléosomite V et du nombre des épines du telson, toujours plus grand que 4, sont les seuls constants chez la variété (Fig. 7, D).

La synonymie de l'*A. purpurea* est du reste certainement plus complexe encore. Je n'ai pas examiné le type de l'*A. Agassizi* Smith, mais il est très probable que cette espèce n'est autre que l'*A. purpurea*, dont le sépare seul le mode d'implantation du rostre, qui paraît continuer plus directement le céphalothorax.

La variété *multispina* se montre plus variable que les spécimens typiques. J'en ai trouvé trois spécimens très adultes dans les récoltes de 1905 qui se séparent des autres par l'allongement du rostre, égal à 2 fois le céphalothorax dans un cas, et surtout plus courbé vers le haut (Fig. 7, C). Il y a jusqu'à 12 paires d'épines sur la face dorsale du telson. Ces spécimens rappellent les espèces *A. sica* et *A. acanthitelsonis* Sp. Bate, qui sont probablement des spécimens de la var. *multispina* où le nombre très variable des épines du telson atteint son maximum (16 paires).

Le fait qui ressort surtout du développement de la *Systellaspis debilis* et de l'*Acanthephyra purpurea* est la possession temporaire, par les spécimens immatures, de détails caractérisant d'autres espèces adultes, et que j'ai énumérés à propos de chacune de ces deux formes. Si l'on remarque de plus que chez les Hoplophoridæ en général, les caractères spécifiques sont très peu nombreux et peu tranchés, on peut concevoir ces espèces alliées comme ayant une origine commune. La larve de cette espèce-souche eût possédé la somme des détails morphologiques que l'on remarque, isolés, dans les formes dérivées, et chacune de celle-ci se serait différenciée soit par l'importance prédominante qu'aurait pris finalement l'un de ces détails, à l'exclusion des autres, soit au contraire par la réduction qu'il aurait subie.

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
N° 71. — 5 Avril 1906

# Cours d'Océanographie

## Fondé à Paris par S. A. S. le PRINCE DE MONACO

*(Deuxième Année)*

**Conférence du 20 Janvier 1906**

## *Considérations sur la Faune des côtes de France. La répartition des animaux dans ses rapports avec la nature des rivages. Les côtes rocheuses.*

par **L. JOUBIN**
Professeur au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris.

MESDAMES, MESSIEURS,

Au cours des conférences que j'ai eu l'honneur de faire ici l'an dernier et cette année je me suis efforcé de vous exposer succinctement les conditions générales de l'existence des animaux marins. J'ai fait passer sous vos yeux un certain nombre de représentants des principales familles qui vous ont permis de vous faire une idée de la forme et de l'aspect de divers types d'habitants des mers.

Vous avez certainement encore présentes à l'esprit les indications que je vous ai données sur l'importance de la température, de la densité, de la transparence de l'eau de mer pour les

êtres qui y vivent, ainsi que l'influence des marées, des courants, de la pression et d'autres phénomènes, sur leur structure.

Je voudrais aujourd'hui résumer ces indications générales et en faire en quelque sorte l'application à un cas particulier.

Fig. 1. — Carte de l'Europe occidentale. La surface pointillée représente les fonds de 40m. La ligne de traits marque la limite des fonds de 100m. La ligne de croix, celle des fonds de 200m.

J'ai donc l'intention de vous montrer ce soir comment la faune marine se trouve répartie sur les côtes de France et

quelles sont les règles générales qui, dans cette région restreinte du globe terrestre, président à la distribution des animaux.

Bien entendu je ne vais pas entreprendre de vous citer de

**Fig. 2.** — Carte de France montrant la nature du Littoral. Les lignes verticales indiquent les terrains anciens; les lignes parallèles à la côte, les terrains calcaires; les pointillés, les plages et les dunes.

longues listes d'anim[illegible] ne vous intéresseraient guère, et vous les [illegible] besoin dans divers ouvrages. Je me conter[illegible] ues exemples aussi démonstra[illegible]

Pour une personne que n'intéressent point les choses de la nature le fait de rencontrer en se promenant sur une grève, un coquillage, un oursin ou un crabe n'éveille aucune idée particulière. Un naturaliste, au contraire, se demande tout de suite s'il existe une relation entre le fait d'avoir rencontré ce coquillage et la nature du sol en cet endroit ; il cherche à se rendre compte si l'animal était bien dans son habitat normal ou s'il y avait été amené par les courants, si on en trouve de pareils aussi bien dans les rochers que sur les plages, s'il est rare ou commun, à

Fig. 3. — *Patella vulgata.* Grandeur naturelle.

quelle hauteur au-dessus du plus bas niveau de la mer on le récolte sur le rivage; quels sont enfin les autres animaux que l'on y trouve en même temps que lui, etc.

Ces diverses questions déterminent notre naturaliste à examiner la constitution de la côte, la flore qui la recouvre, la hauteur des marées dans la région et bien d'autres détails encore.

En un mot il recherche si la répartition de l'animal qu'il a rencontré est liée aux faits d'ordre physique qu'il aura constatés autour de lui.

Nous allons, en qualité de naturalistes, nous poser les mêmes questions et chercher à nous rendre compte si la nature géologique et géographique des côtes de France, si la Flore marine qui s'y trouve, influent d'une manière importante, tout au moins intéressante, sur la distribution des animaux marins.

Nous nous occuperons seulement ce soir de la région

rocheuse de nos côtes océaniques, dans notre prochaine conférence nous étudierons plus spécialement les plages.

Les côtes françaises de l'ouest et du nord sont baignées par les eaux de l'Atlantique qui ont à la surface une température de 10° environ en hiver et de 16° en été à une certaine distance du rivage. Le courant du Gulf-Stream est le grand régulateur qui maintient la température de l'eau dans des limites aussi restreintes et tempérées.

FIG. 4. — Pierre couverte de Balanes *(Cthamallus stellatus)*. Grandeur naturelle.

Il part comme vous le savez du golfe du Mexique, traverse tout l'Atlantique nord et vient s'épanouir sur le continent européen en divers rameaux dont quelques uns contournent les côtes françaises de l'Océan et de la Manche.

Cette variation saisonnière de la température de l'eau de surface ne se fait sentir que sur une couche d'eau peu épaisse. A 200$^{m}$ environ elle cesse d'être perceptible. Retenons ce chiffre, nous allons avoir à y revenir.

Nous savons aussi que la lumière solaire ne traverse qu'une couche relativement peu épaisse de la mer. A 400$^{m}$ il ne reste

plus trace de rayons lumineux solaires ; mais on peut considérer que, pratiquement cette lumière ne va pas au delà de 200 à 250$^{m}$. Or les expériences les plus précises nous ont appris que les plantes ne peuvent vivre sans lumière ; les plantes marines, les algues, suivent cette règle générale; vers 200$^{m}$ elles disparaissent complètement. Leur disparition entraîne celle des animaux herbivores, et il ne reste plus, à partir de ce niveau, que des animaux carnivores.

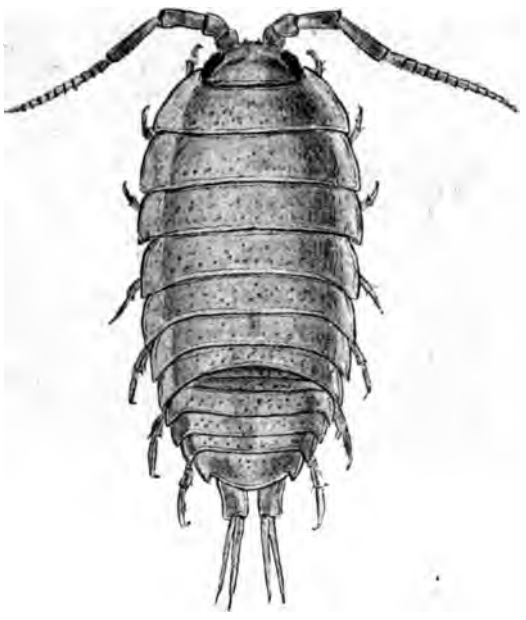


Fig. 5. — *Lygia oceanica*. Grossi deux fois.

Ces divers caractères des régions marines de faible profondeur coïncident avec une disposition toute spéciale des fonds dans le voisinage du continent : je veux parler de ce qu'on appelle *le plateau continental.*

Ce soubassement qui est tout à fait net dans l'Atlantique l'est moins dans le Pacifique.

Le plateau continental est une bande de terrain très large quand la côte est plate, très étroite quand la côte est abrupte. Elle descend en pente peu accentuée jusque vers 200 ou 250$^{m}$,

puis, à partir de ce niveau la pente devient plus rapide et l'on passe presque brusquement aux profondeurs de 1000$^{m}$ et plus.

Ce plateau continental forme donc comme un vaste trottoir immergé tout autour des îles et des continents. Il est recouvert par une couche d'eau qui atteint au maximum 250$^{m}$, ces eaux sont éclairées par la lumière solaire, elles sont soumises, surtout près du bord et à la surface, à des variations de température, le fond est couvert d'algues et habité par une foule d'animaux herbivores et carnivores. Enfin les courants de marée s'y font

FIG. 6. — *Pelvetia canaliculata* Linné. Grandeur naturelle. (D'après Harvey).

sentir. Ces fonds côtiers sont très importants au point de vue de la pêche, et c'est ce plateau continental qui chaque jour est parcouru par les dragues, filets, lignes et engins divers des pêcheurs.

Examinons ce qu'est ce plateau continental dans les régions de l'Europe dont nous considèrerons la France comme occupant le centre. Pour vous rendre compte de son importance et de ses relations je vais faire passer sous vos yeux plusieurs cartes géographiques.

La première (Fig. 1), est la carte de l'Europe occidentale; elle vous montre, en pointillé, ce que deviendrait le littoral de cette région si la mer venait à baisser tout d'un coup de $40^m$; le détroit du Pas de Calais serait fermé; la France et l'Angleterre serait reliées par une longue digue oblique sur laquelle il serait simple d'installer le chemin de fer que nos

Fig. 7. — *Fucus vesiculosus*. Réduit de moitié. (D'après Millot).

voisins redoutent tant; la moitié de la mer du Nord serait supprimée il n'en resterait qu'un marécage entre l'Angleterre et la Hollande. Le Danemark actuel tout entier serait privé de ses côtes actuelles ainsi que l'Allemagne, la Belgique et la Hollande.

Remarquez que sur cette carte les pays plats et à côtes

basses se trouvent avoir sous la mer une configuration analogue, et voyez alors à quelle grande distance du rivage il faut s'avancer pour trouver le fond de 40$^{m}$. Au contraire dans les régions où la côte est très découpée, abrupte et à grandes falaises, vous pouvez remarquer que cette baisse de 40$^{m}$ des eaux ne changerait presque rien à la forme des côtes. Vous voyez cette disposition nettement indiquée sur cette carte; remarquez la plus spécialement, le long des côtes de Norvége,

Fig. 8. — *Doris tuberculata*. Grandeur naturelle.

d'Ecosse, et, en France à la pointe de Bretagne et dans le Golfe de Gascogne.

Si maintenant nous supposons que la mer a baissé de 100$^{m}$ vous voyez sur cette carte que la bande de terrains mise à sec est bien plus considérable. La mer du Nord est presque entièrement supprimée, sauf une profonde rainure qui contourne la Norvége. Un étroit chenal incomplet persiste seul entre l'Irlande et l'Angleterre; de la Manche il ne reste qu'un petit lac près de la pointe du Cotentin où l'on trouve 130$^{m}$ d'eau. La pointe de Bretagne et la pointe du Golfe de Gascogne sont encore au bord de la mer, ainsi que le nord de l'Ecosse; mais vous voyez

que les Iles Britanniques ne font plus qu'un avec la France, la Belgique, la Hollande, le Danemark et l'Allemagne.

Considérons enfin la disposition du continent si la mer baisse de 200$^{m}$. Vous pouvez suivre la ligne régulière qui, contournant de très près la côte d'Espagne, part du fond du Golfe de Gascogne, monte parallèlement à la côte de France, néglige la Manche, et forme une vaste courbe qui, englobant les îles Britanniques, rejoindrait le milieu de la Norvége, s'il ne restait un profond chenal le long de sa côte méridionale. Il n'existe plus d'autres vestige de la mer du Nord; la Baltique occidentale est supprimée. Remarquez que cette carte vous donne une idée très nette du plateau continental. Vous pouvez vous rendre

Fig. 9. — *Pecten varius*. Grandeur naturelle.

compte de son étendue, de son importance, et vous avez sous les yeux le domaine des animaux côtiers, c'est-à-dire de la surface sous-marine où s'exerce l'industrie de la pêche au large et sur le rivage.

Revenons maintenant aux côtes proprement dites de la France et examinons rapidement quelle est la nature des terrains qui la constituent. Je n'ai pas l'intention, bien entendu, de vous exposer leur structure géologique; cela m'entraînerait beaucoup trop loin, et n'aurait pas grand intérêt au point de vue de la distributiou des animaux. Je me contenterai donc de

vous donner quelques indications lithologiques, très rudimentaires.

La carte de la figure 2 vous montre les limites des principales divisions de nos côtes au point de vue des terrains. Si nous partons de la frontière belge vous remarquerez que cette région, qui entoure Dunkerque et Calais, est basse, sableuse, couverte de dunes et de marécages. Autour de Boulogne, au Cap Gris Nez, nous trouvons une falaise calcaire, plus solide et plus élevée; puis après diverses variations de hauteur cette côte devient plus abrupte et constitue la grande falaise crayeuse blanche qui s'étend jusqu'au Hâvre.

De nature et d'âge différents, mais également calcaire, la côte du golfe du Calvados est occupée par une falaise qui s'étend jusqu'à la pointe de Barfleur. Toutes ces falaises calcaires ne sont pas solides, la mer les ronge à leur base et les démolit par grandes tranches dont les débris s'amoncellent à leur pied. Ils sont assez rapidement délayés et entraînés par la mer.

Fig. 10. — *Botryllus violaceus*. Grossi deux fois.

A partir de là commence le massif breton, presque entièrement de granit et de roches cristallines qui n'a presque pas changé de forme et d'aspect depuis les temps carbonifères. Il s'étend jusqu'en dessous de l'embouchure de la Loire. C'est de beaucoup la région la plus pittoresque et la plus grandiose des côtes occidentales de France, aux rivages creusés de profondes découpures, aux falaises formées de roches solides et résistantes sur lesquelles l'action de la mer n'a qu'un effet extrêmement lent, plutôt d'usure et de polissage que de démolition.

Remarquez combien le contour de ce massif breton est découpé, parsemé d'îlots et de rochers, et combien il contraste

avec les contours arrondis, aux lignes molles, privés d'aspérités que la mer a emportées, des côtes normandes ou gasconnes qui l'entourent. Cette région a une grande analogie avec celles de la côte sud-ouest de la Norvège.

Des Sables d'Olonne à l'embouchure de la Gironde nous retrouvons une côte calcaire qui n'est pas sans analogie avec la côte normande. Enfin, de la Gironde à l'embouchure de l'Adour, s'étend une immense grève sableuse qui forme les dunes de cette région. Entre la grève et l'intérieur du pays se trouve un cordon de lacs fort curieux. De l'Adour à la Bidassoa on voit apparaître des falaises de calcaire schisteux qui de Biarritz à St-Jean-de-Luz constituent une région fort intéressante pour le zoologiste.

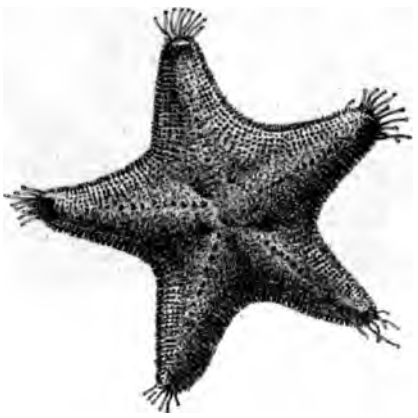


FIG. 11. — *Asterina gibbosa*. Grossie légèrement.

Je n'ai pas voulu couper par des projections cette description rapide de la côte française au point de vue lithologique. Je vais maintenant faire passer sous vos yeux quelques points caractéristiques de nos côtes; veuillez les regarder non seulement au point de vue pittoresque, mais pour vous rendre compte de leur structure et des conditions spéciales d'habitat qu'elles offrent aux animaux et aux plantes.

Etudions maintenant quelques uns des phénomènes dont cette côte est le théâtre et examinons les conséquences qu'ils ont sur la vie de ses habitants.

Un des facteurs les plus importants dont nous ayons à tenir compte pour comprendre la répartition des animaux est l'action mécanique des eaux.

Si la mer était immobile et calme les animaux trouveraient en chaque lieu des conditions d'existence uniformes et nous n'aurions plus à tenir compte, dans l'étude de leur répartition, d'un certain nombre de facteurs primordiaux de leur biologie.

FIG. 12. — *Clavelina*. Grossi trois fois.

Mais la mer est agitée par les vagues et les régions voisines de la côte sont parcourues par des courants quelquefois très violents dus principalement aux marées.

Ces marées, ainsi que vous l'a montré samedi dernier mon collègue M. Berget, sont de hauteur très inégale sur nos côtes;

alors que dans le sud-ouest, dans la région de l'Aquitaine, l'amplitude de la marée atteint à peine 1 à $2^m$, nous la voyons au contraire dans le golfe de St-Malo, et plus particulièrement à Granville, atteindre et même dépasser $15^m$, c'est-à-dire la hauteur d'une maison à cinq étages.

Il faut donc qu'en six heures cette énorme masse d'eau se

FIG. 13. — *Himanthalia lorea* Lyngb. Très réduite. (D'après Harvey).

déplace verticalement de $15^m$, ce qui détermine des courants formidables se répétant quatre fois par jour, alternativement dans un sens et dans l'autre. Certains de ces courants sont célèbres par leur violence, par exemple celui du Fromveur à la pointe de Bretagne et celui du Ras Blanchard à la pointe du Cotentin.

Ces courants déterminent une modification capitale dans la

composition de la faune des régions qu'ils parcourent. Les seuls animaux capables de leur résister sont ceux qui vivent fixés solidement aux rochers. Les uns, comme les Balanes (Fig. 5), s'y soudent complètement, s'aplatissent contre la pierre et font corps avec elle; ils la protègent très efficacement contre l'usure due à la mer. D'autres s'attachent par une ventouse fortement musclée qui leur procure une solide adhérence, telles sont les

Fig. 14. — *Cystoseira ericoides* Réduite de moitié.
(D'après Harvey).

Patelles (Fig. 3) qui s'abritent en outre sous une solide coquille conique. D'autres, comme les Moules (Fig. 1, Pl. I), s'accrochent aux pierres par de solides cordages qu'elles sécrètent dans leurs glandes à byssus.

Cette faune spéciale est pauvre en espèces, mais très riche en individus. Il faut dire que dans les endroits où le courant est par trop violent, où des pierres sont charriées par eux, les rochers sont usés et polis et aucun animal ne peut y vivre.

Les vagues jouent un rôle considérable, analogue à celui des courants. Vous savez qu'elles viennent au rivage déferler soit sur les plages soit sur les rochers. Elles frappent la côte dans les régions exposées avec une violence inouie, et quand elle n'est pas construite en matériaux résistants, elles en font tomber des quartiers énormes. Elles détruisent les êtres exposés à leurs coups, ne respectant que ceux qui ont trouvé un abri naturel ou artificiel sous des coquilles résistantes et adhérentes aux rochers où elles font le moins de saillie possible.

Fig. 15. — Hermelle.

A titre d'exemple voici quelques vues de la côte, plus particulièrement au Croisic, exposée aux grandes lames du large; la mer y brise avec violence sur les rochers, comme vous le montrent ces clichés que j'ai pris à mer haute par un gros temps.

Voici maintenant la même localité à mer basse (Fig. 1, Pl. I). Vous pouvez voir les rochers couverts de Moules, de Balanes, de Patelles et d'autres petits animaux fixés, et remarquer que les seules algues que l'on y voit sont plates et collées, sans saillie appréciable, sur les pierres.

Les animaux qui vivent sur les côtes trouvent deux conditions primordiales d'habitat, les rochers et les plages.

Examinons tout d'abord la faune des rochers qui présente, sur nos côtes, des aspects particulièrement variés.

Si l'on examine avec soin un rocher isolé, battu par la mer et voisin de la côte, on s'aperçoit que ses deux faces ne sont pas du tout dans les mêmes conditions pour les animaux qui pourraient y vivre. L'une d'elles est dirigée du côté du large et exposée directement à l'action des grandes lames et des courants; l'autre

est tourné du côté de la terre, et est seulement soumise à l'action de l'eau relativement calme, aux remous provenant des vagues qui ont déferlé sur l'autre face. Cette eau écumante, très fortement aérée, ayant perdu sa force destructive est très propre à la vie de nombreux animaux qui ont besoin d'eau vive.

Souvent les blocs de rochers amoncelés sur les côtes battues par les grandes vagues du large laissent entre eux des espaces vides en forme de grottes abritées; ils sont recouverts par une faune très riche d'animaux adhérents, étalés à plat sur la pierre et qui sont souvent colorés de fort belles teintes. Ce sont surtout des Eponges, des Actinies, des Ascidies coloniales, des Bryozoaires incrustants, et tout ce petit monde abrite dans ses interstices de petites Annélides, des Vers plats, des Nudibranches, des Prosobranches, des Bivalves spéciaux. C'est une petite faune riche en espèces mais peu étendue en surface.

Fig. 16. — *Laminaria saccharina*. Très réduite.

Ce que je viens de vous indiquer pour un rocher isolé est également vrai lorsqu'il s'agit d'une île peu éloignée de la côte. A titre d'exemple je vous citerai l'île de Batz située à 2 ou 3 kilomètres au large de Roscoff, au nord de la côte bretonne. Cette petite île présente une face exposée aux grosses mers du large. Sa côte granitique est entièrement recouverte de ces Balanes dont je vous ai parlé et l'on n'y trouve guère que des animaux fixés sous les blocs où ils ont trouvé abri.

Mais au contraire la côte méridionale de l'île est protégée par l'île elle-même qui abrite en outre la portion de terre ferme où se trouve Roscoff. Dans ce canal tranquille, où l'eau est très pure et très oxygénée, étant remuée par les courants de marée, la Flore et la Faune prennent une exubérance extraordinaire et une richesse inouie.

Fig. 17. — *Laminaria digitata.* Très réduite. (D'après Millot).

Arrêtons nous un instant dans cette région qui a été si magistralement étudiée par le Professeur Pruvot. Ce savant zoologiste en a fait une description, au point de vue de la distribution des animaux, qui peut passer pour le modèle du genre.

Nous allons voir dans cette région restreinte et tout à fait typique l'importance que prennent, pour la répartition des animaux et des végétaux, la nature du sol et la hauteur de la marée.

Chacun sait que dans les grandes marées de quinzaine et surtout dans celles d'équinoxe, la mer monte très haut et descend très bas, tandis que dans les marées de morte-eau la mer monte et descend peu.

Examinons à mer basse un rocher vertical, dont le pied plonge dans la mer. Nous y distinguerons, même de loin, des traces laissées par les divers niveaux des marées.

On y remarque tout d'abord une région moyenne qui tous les jours est alternativement séchée et mouillée et qui correspond au mouvement quotidien des marées de morte-eau. En bas du rocher on voit une zone qui n'est découverte que dans la période des marées, c'est-à-dire pendant quelques jours toutes les deux

semaines. De même tout en haut il y a une zone supérieure qui n'est mouillée que pendant deux ou trois jours toutes les deux semaines, mais qui cependant reçoit les embruns des vagues.

Eh bien chacune de ces divisions est caractérisée par une faune et une flore spéciales qui permet de les reconnaître au premier coup d'œil.

La zône supérieure que nous nommerons, avec M. Pruvot, la *zône subterrestre*, est tapissée par ces mêmes Balanes *(Cthamalus stellatus)* que nous avons vues si abondantes sur les rochers battus (Fig. 4). Elles peuvent rester longtemps à sec en fermant leur opercule.

On y voit courir un Crustacé, la Lygie *(Lygia oceanica)*

Fig. 18. — Oursins communs *(Strongylocentrotus lividus)* logés dans les cavités hémisphériques qu'ils se sont creusées dans un bloc de granite. Réduits de moitié.

(Fig. 5) et un Crabe *(Grapsus varius)* et on y trouve de petites Littorines. Mais ce qu'il y a de plus remarquable, c'est que, mélangés à ces animaux marins on en trouve de terrestres qui ne craignent pas d'être mouillés par l'eau de mer de temps en temps. Ce sont quelques insectes *(Machilis maritima, Œpus Robini)* des Crustacés terrestres *(Oniscus asellus, Porcellio granulatus)*, des Acariens.

Quelques végétaux spéciaux, des Lichens et en dessous, des Pelvetia (Fig. 6), se remarquent aussi dans cette zone.

La zone moyenne, qui vient au-dessous, est caractérisée par l'abondance des Fucus, algues très communes, représentées par plusieurs espèces (Fig. 7). Ces algues tapissent les rochers (Fig. 1, Pl. II) aussi bien horizontaux que verticaux, serrées les unes contre les autres dans les parages abrités, moins denses quand les courants ou les vagues sont fortes et manquant tout à fait sur les rochers exposés aux coups de la mer. Ces végétaux prospèrent dans les régions abritées à eaux calmes et aérées, où les populations de la côte viennent les couper

Fig. 19. — *Haliotis tuberculata.* Grandeur naturelle.

deux fois par an, ainsi que les Laminaires de la zone suivante, pour en extraire la soude et l'iode et pour en fumer les terres.

Les Fucus se développent non seulement sur les gros rochers des côtes, sur les digues, les tourelles ou les quais verticaux des ports, mais aussi sur les pierres moins grosses que l'on peut remuer à la main et sur les rochers bas. En voici divers exemples (Fig. 1, Pl. II; Fig. 1 et 2, Pl. III).

Quand on retourne ces pierres on les voit couvertes à leur face inférieure et dans les interstices abrités de la lumière d'une

faune abondante et très caractéristique. Toute cette zone des Fucus est très intéressante par la variété des animaux de toute sorte qui y trouvent nourriture et abri. On y récolte des Eponges variées, des Actinies en grand nombre, des Hydroïdes *(Campanularia, Sertularia, Gonothyrea)* des Bryozoaires *(Membranipora, Walkeria)*; des Vers de toutes sortes, des Annélides innombrables, des Némertes et des Planaires.

Dans les petites mares fourmillent les Crustacés; les Crevettes *(Palemon serratus)*, les Crabes *(Carcinus mænas)*, les Tourteaux *(Platycarcinus pagurus)*, etc.

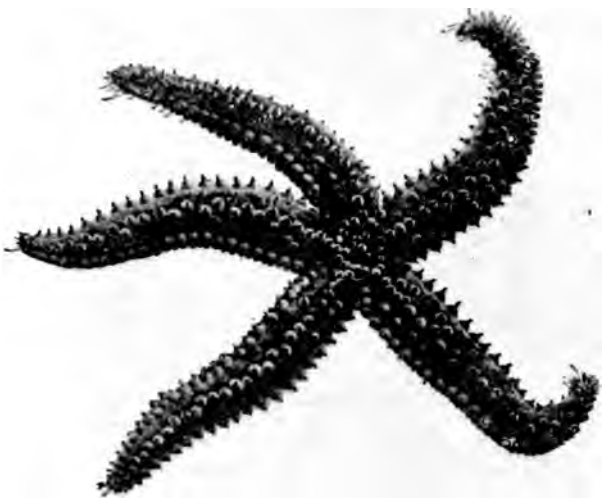


Fig. 20. — *Asterias glacialis*. Réduite de moitié.

On y récolte en abondance des Mollusques : *Gibbula maga, Ziziphinus striatus, Littorina littoralis, rudis, littorea, neritoides*, etc.

Les Mollusques nudibranches y sont très remarquables; Doridiens (Fig. 8), Eolidiens, Pleurobranches. Le *Pecten varius* (Fig. 9), les *Anomia ephippium* ou feuilles de rose, d'innombrables Ascidies simples ou composées *(Ascidia mentula, sanguinolenta, Ciona intestinalis)*, les Clavelines (Fig. 12), les Botrylles (Fig. 10) aux couleurs admirables, les Amarouques, les Echinodermes, les étoiles de mer *(Asterina gibbosa)* (Fig. 11), y pullulent.

Je n'insiste pas davantage sur cette faune spéciale de la zone des fucus. Je voudrais seulement vous signaler deux ou trois particularités de cette région.

C'est, tout d'abord, la zone supérieure des Fucus au nord de l'embouchure de la Gironde. Voici, sur cette projection un coin de la côte calcaire de Meschers, près de Royan (Fig. 2, Pl. III). Vous voyez qu'elle est noire au bas; cela est dû aux Huîtres portugaises, mêlées au fucus qui, sur une grande étendue, la couvrent complètement. Il suffit de s'armer d'un marteau pour recueillir, autant qu'on en veut, ces huîtres allongées.

Fig. 21. — *Caryophyllia Smithi.* Grossie deux fois.

Sur divers points de la côte granitique de Bretagne, on trouve au bas de la zone des Fucus, sur les rochers et les pierres basses, des algues en forme de rubans étroits. Vulgairement on les nomme des *lacets,* ce sont les *Himanthalia Lorea* (Fig. 13). Elles ont souvent plusieurs mètres de long. Elles sont gluantes, ce qui les rend excessivement glissantes et il est très difficile d'y circuler d'autant plus qu'on s'embarrasse les pieds dans ces innombrables cordons. Aussi les naturalistes qui s'y

aventurent brisent-ils trop souvent les bocaux précieux qu'ils portent pour renfermer les produits de leur pénible chasse.

Ces *Himanthalia* recouvrent et supportent une petite faune spéciale où l'on remarque des Hydraires, des Annélides, des Némertes spéciales sur lesquelles je ne puis insister.

Ailleurs les gros blocs éboulés des falaises, en se superposant, forment dans cette zone des fucus des grottes presques obscures où par conséquent les algues ne poussent pas. Toute la place

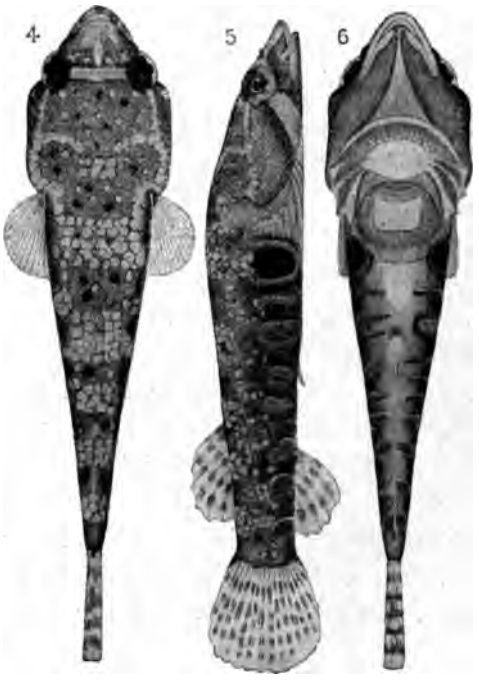



FIG. 22. — *Lepadogaster bimaculatus*, vu de dos, de profil et par le ventre. (D'après le professeur Guitel).

est libre pour les animaux qui s'y fixent en grand nombre et les tapissent de revêtements aux teintes vives, où dominent les Eponges et les Ascidies simples et sociales (*Clavelina* (Fig. 12), *Cynthia* diverses) dans les interstices desquels s'abrite une faune très spéciale, d'animaux délicats, Bryozoaires *(Bugula)*, Hydraires, petits Mollusques nus, petits Bivalves, Némertes, Annélides de petite taille, Crustacés minuscules qui n'aiment pas la lumière.

Toute cette région des Fucus, surtout dans la zone inférieure est criblée de petites mares, de ruisseaux, où par conséquent, même à mer basse, le sol n'est jamais à sec; ces points, toujours immergés, sont tapissés d'algues particulières, les Cystosires (Fig. 14) très finement rameuses, qui descendent jusqu'à une dizaine de mètres au-dessous du zéro. Elles sont habitées par une foule d'autres petits animaux spéciaux en particulier par des Foraminifères (Polystomelles) des Eponges *(Grantia, Sycon)* des Planaires, de nombreuses Némertes, Annélides, Crustacés, (Caprelles) Pycnogonides, des Ascidies très intéressantes dont l'énumération m'entraînerait beaucoup trop loin.

C'est encore dans cet horizon que se trouvent les rochers couverts de moules dont je vous ai déjà montré des exemples (Fig. 1, Pl. I), et certaines Balanes *(Balanus balanoides, B. tintinnalum)* (Fig. 2, Pl. I).

On y remarque aussi des constructions sableuses, souvent de véritables récifs, échafaudés par des Annélides du genre Hermelle (Fig. 15) qui se construisent des tubes de sable qu'elles agglutinent en grand nombre.

Presque au niveau des plus basses mers, en dessous de la zone des Fucus, commence la zone des *Laminaires*. On désigne sous ce nom les surfaces occupées par de grandes algues, dont les plus typiques sont la *Laminaria saccharina* (Fig. 16), et la *Laminaria digitata* (Fig. 17) qui descendent jusque vers 40$^{m}$ de profondeur pourvu que le fond soit formé de roches où elles puissent se fixer. Ce qu'on en voit à sec dans les grandes marées est donc seulement le sommet de cette grande zone. Vous pouvez juger de l'importance de cette végétation en examinant le cliché (Fig. 2, Pl. 2) pris par M. le D$^{r}$ Robert, un jour de très grande marée, à l'île Duon, près du Laboratoire de Roscoff.

Ces grandes algues supportent sur leurs frondes et parmi les énormes crampons qui les attachent au sol des animaux spéciaux, des Mollusques *(Helcion pellucidus* L.), des Nudibranches, des *Lamellaria*, des Ascidies nombreuses *(Leptoclinum Lacazei; Polycarpa rustica* L.). C'est là que l'on trouve en abondance l'oursin vulgaire *(Strongylocentrotus lividus)* qui se creuse une loge dans le granit le plus dur (Fig. 18). Sous les

pierres on récolte un gros gastéropode à pied charnu, l'*Haliotis tuberculata* (Fig. 19). De nombreux Hydraires, *Obelia geniculata*, des Bryozoaires (*Membranipora membranacea* Busch) se fixent sur ces algues. On y trouve une grande Némerte (*Lineus longissimus*) qui atteint souvent plus de 10$^{m}$ de long.

Des Astéries (*Asterias glacialis*) (Fig. 20), *Solaster papposus*, des Holothuries, des Crinoïdes (*Antedon*) abondent sous les pierres et parmi les grandes algues. C'est là que l'on trouve, dans les très grandes marées des Alcyons et des Gorgones, des coralliaires (*Balanophyllia regia*, *Caryophyllia Smithi*) (Fig. 21). De petits Poissons, les *Lepadogaster*, (Fig. 22) se fixent aux algues par leur ventouse.

Cette zone est encore caractérisée par la présence de nombreux animaux comestibles. C'est la plus riche région de la pêche côtière au casier, au trémail, à la ligne ou à la nasse; les grands Crustacés, Langoustes, Homards, Tourteaux, Scyllares, Crevettes y abondent ainsi que divers Poissons, Congres, Crénilabres, Rougets, et d'une manière générale, tous les Poissons dits de Roche. C'est encore là que vivent de préférence les Pieuvres qui habitent encore les herbiers dont je vous parlerai plus tard.

Je vais vous montrer quelques uns de ces animaux photographiés vivants au Laboratoire de Concarneau et dont M. Fabre Domergue, Inspecteur général des pêches, a bien voulu me prêter les clichés.

Nous en resterons là ce soir, si vous voulez bien me le permettre, car l'heure est trop avancée pour qu'il soit possible de commencer l'étude des grèves et de leurs habitants. Nous en ferons l'objet de notre prochain entretien.

Avant de nous séparer permettez-moi de vous soumettre un vœu.

Vous avez vu ce soir une série de photographies représentant soit des portions de côte, soit des détails plus particuliers, par exemple des rochers couverts de Moules et de Balanes; j'en ai photographié moi-même quelques uns pendant l'été dernier, mais vous ne pouvez avoir idée du mal que j'ai eu à me procurer les autres. Je profite de cette occasion pour remercier les

personnes qui ont bien voulu m'aider dans cette circonstance, MM. Pruvot, Racovitza, Vélain, Robert, C. Richard, Calvet, Vayssière, Fabre-Domergue, Marty, Neurdein, Moreau, Langeron, Mlle Charlot. Vous avez pu voir quelques uns de leurs très beaux clichés.

Je fais appel à tous les photographes — tout le monde est photographe — qui vont aux bains de mer pendant les vacances. Je leur demande de vouloir bien photographier des détails intéressants des côtes, des rochers et des grèves, des gisements de plantes et d'animaux, des crabes, des poissons, des crevettes dans une mare, etc. Ce n'est pas évidemment facile à photographier, mais ce n'en est que plus intéressant. Si ces amateurs, devenus ainsi mes collaborateurs en Océanographie, veulent bien me prêter leurs négatifs, je les leur rendrai après en avoir tiré quelques bons clichés à projections que j'espère avoir l'honneur et le plaisir de vous montrer l'année prochaine.

FIG. 1. — Rocher couvert de moules sur la côte du Croisic exposée aux vagues du large. Vue prise à mer basse.

FIG. 2. — Rocher couvert de Balanes *(Balanus balanoides)*, de Patelles et de *Purpura lapillus* aux environs du Laboratoire de Roscoff.

Fig. 1. — Rocher couvert de Fucus aux environs du Laboratoire de Roscoff.

Fig. 2. — La zone des Laminaires découverte par une très grande marée à l'île *Duon, près* Roscoff. (Cliché de M. le Dr Robert).

Fig. 1. — Rocher de la Couronne à Meschers, près Royan, montrant à mer basse, la zone des Fucus, celle des Balanes et l'usure du rocher. (Cliché Victor Billaud, à Royan).

Fig. 2. — La Roche percée, à Vallières près Royan, montrant la zone des Fucus et la paroi verticale, au pied des falaises, couverte d'huîtres portugaises. (Cliché Victor Billaud à Royan).

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
N° 72. — 25 Avril 1906.

# Cours d'Océanographie

## Fondé à Paris par S. A. S. le PRINCE DE MONACO

*(Deuxième Année)*

**Conférence du 17 Février 1906**

## *Considérations sur la distribution des animaux sur les côtes océaniques de France. — Les animaux des plages.*

par L. JOUBIN
Professeur au Museum d'Histoire Naturelle de Paris.

MESDAMES, MESSIEURS,

J'avais commencé, dans notre dernier entretien, à vous exposer les règles qui président à la distribution des animaux marins sur nos côtes de l'Océan. J'ai dû, faute de temps, me borner à vous parler de la Faune des rochers et laisser complètement de côté tout ce qui a trait à la Faune des plages.

Je vais ce soir continuer ce rapide examen de la répartition des animaux sur les côtes de l'Océan, et chercher s'il est possible de trouver sur notre littoral bas et sablonneux des zones de répartition analogues à celles que nous avons observées sur les rochers.

Je vais tout d'abord résumer en quelques mots ce que je vous ai dit sur ceux-ci.

Si l'on examine une roche isolée près de la côte on remarque que sa face exposée aux vagues du large est occupée seulement par des animaux solidement cramponnés au moyen d'organes divers adaptés à cet usage. Le nombre des espèces capables de vivre dans ces conditions est restreint, mais le nombre des individus de chacune d'elles est très grand.

La face protégée de la roche est au contraire couverte d'animaux plus délicats, ayant besoin pour vivre d'eau très fortement aérée; le nombre de leurs espèces est considérable.

Par conséquent nous voyons sur le même rocher, au même niveau, deux faunes bien distinctes. Si maintenant nous examinons ce rocher dans sa hauteur nous constatons que les animaux qui vivent en haut, au milieu, ou en bas de la surface que peut mouiller la mer ne sont pas les mêmes. Ils y sont répartis par étages, par zones, qui correspondent aussi à des flores différentes.

Tout en haut se trouve une zone qui n'est recouverte par la mer qu'aux jours de marées et qui, pendant la morte eau n'est pas mouillée autrement que par les embruns des vagues.

Les animaux caractéristiques de ce niveau sont les petites Balanes, *Chtamalus stellatus,* et des algues appartenant aux genres *Lichina* et *Pelvetia.*

La zone moyenne, celle qui chaque jour, même en morte eau, est alternativement couverte et mise à sec par la mer, est caractérisée par plusieurs espèces d'algues du genre *Fucus*, et une faune très riche s'y développe. Cette flore et cette faune sont d'autant plus abondantes que la région est plus abritée, tout en étant parcourue par des courants qui renouvellent et aèrent l'eau. Des faciès spéciaux de cette faune et de cette flore se rencontrent en divers lieux suivant les variations des conditions physiques.

La zone inférieure ne vient à sec que dans les très grandes marées. Elle est donc presque toujours immergée et on ne peut l'apercevoir que quand la mer baisse beaucoup. C'est la zone des Laminaires, caractérisée par de très grandes algues brunes dont les grosses souches abritent des animaux extrêmement variés et différents de ceux des étages précédents.

Nous allons chercher maintenant si l'on peut reconnaître

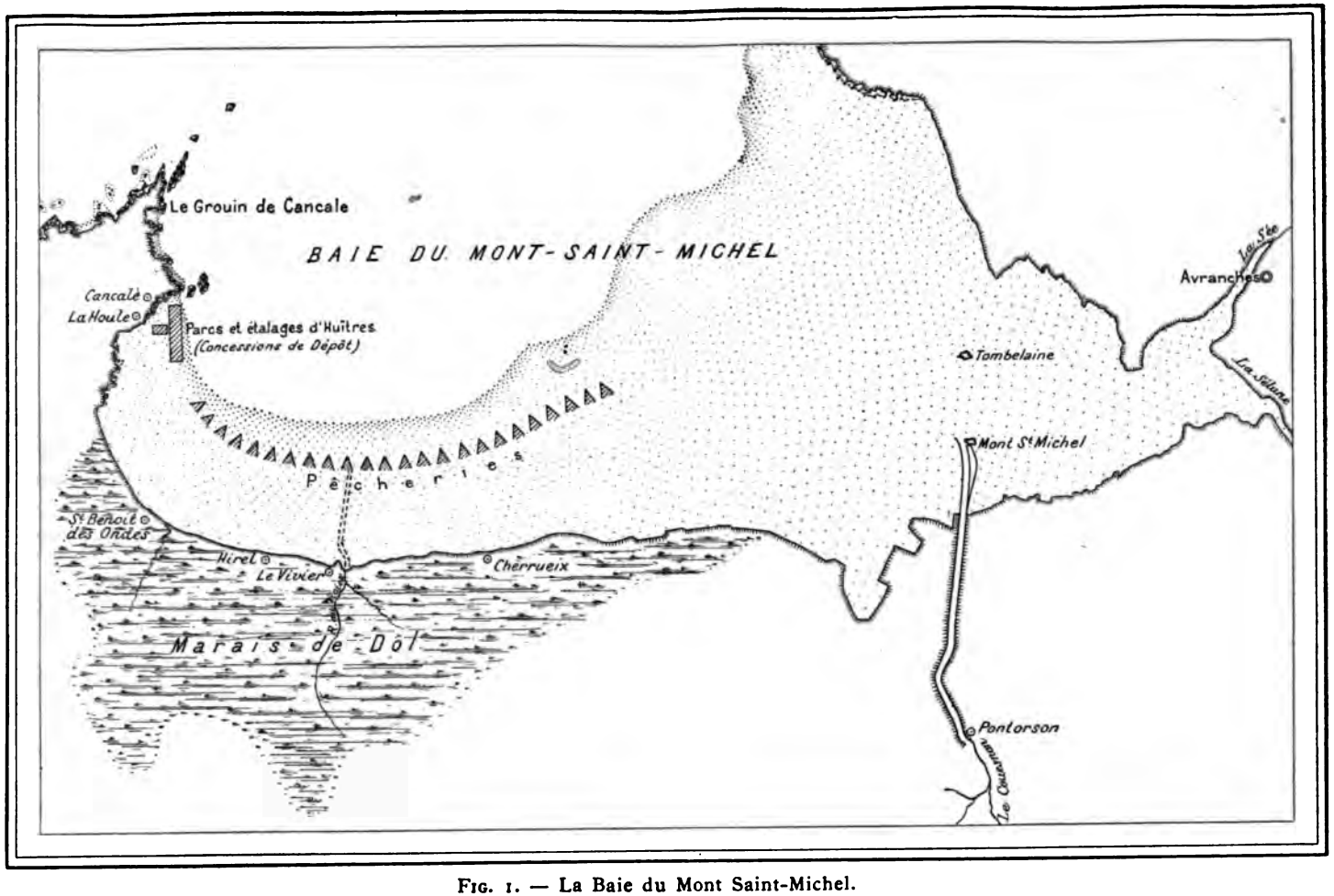



Fig. 1. — La Baie du Mont Saint-Michel.

sur les plages des divisions bionomiques identiques ou analogues à celles que nous avons vues sur les rochers.

Les conditions d'existence que les animaux et les plantes rencontrent sur les terrains plus ou moins meubles des plages diffèrent essentiellement de celles que nous venons de voir sur les rochers solides et immobiles. Nous pouvons dès maintenant dire que presque aucune algue ne peut y vivre.

Avant d'examiner les animaux des grèves il faut chercher à nous rendre compte de la constitution physique d'une plage.

Fig. 2. — *Cardium edule.*
Grandeur naturelle.

On désigne sous ce nom des étendues littorales recouvertes de sable, dont la nature, la couleur, la densité, diffèrent selon la composition minéralogique. Les grains de sable varient beaucoup de dimensions, et l'on voit des grèves dont le sable est excessivement fin, à grains presque impalpables que le moindre vent fait tourbillonner; ailleurs, les grains sont beaucoup plus gros, et les éléments minéralogiques sont faciles à reconnaître à l'œil nu; quelquefois le sable est composé de petits cailloux roulés, arrondis et polis.

Le sable n'est autre chose que le produit de la destruction et de l'usure des roches, soit sur la côte par la mer, soit sur les falaises par les phénomènes atmosphériques, soit enfin dans l'intérieur des terres par les fleuves qui finalement l'amènent à la mer. Ce sable peut être transporté à de grandes distances par la mer elle-même ou par le vent. C'est ainsi que se constituent les dunes.

Il est assez rare que le sable soit pur; le plus souvent, surtout sur les plages basses, il contient plus ou moins de vase ou de débris divers, animaux ou végétaux.

D'une façon générale une plage se compose de plusieurs régions superposées. L'une supérieure, en pente plus ou moins fortement accentuée selon les circonstances locales, est adossée immédiatement à la côte, que ce soit une falaise ou une dune. L'autre,

inférieure, est en pente douce, quelquefois presque horizontale et sa surface, susceptible d'être mise à sec dans les grandes marées, est beaucoup plus considérable que celle de la partie en pente forte.

La zone supérieure de la grève, celle qui est très inclinée, est souvent formée d'une bande de galets, à angles arrondis, constituée par les débris des roches écroulées de la falaise. Les vagues, en heurtant ces galets, enlèvent leurs aspérités par leur frottement les uns contre les autres, si bien que rapidement

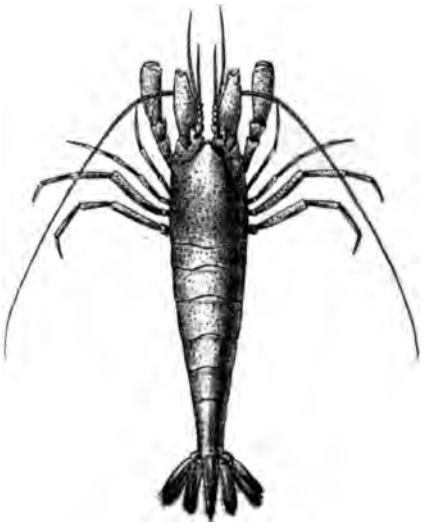


Fig. 3. — La crevette des sables *(Crangon vulgare)*.
Grandeur naturelle.

ils deviennent régulièrement arrondis, ovales, plats, mais sans angles.

Ce cordon de galets, où l'on remarque souvent des terrasses superposées correspondant à divers niveaux des marées dans cette région, est quelquefois d'une faible hauteur; ailleurs au contraire, notamment sur certaines plages de Bretagne et de Normandie, le cordon de galets a une grande étendue et couvre presque toute la pente supérieure de la plage. Vous en jugerez d'ailleurs par les quelques vues que je vais faire passer sous vos yeux.

La partie inférieure de ces terrasses est le plus souvent formée de sable meuble, plus ou moins fin et à grains de même taille, qui constitue la portion des plages où, pendant la belle saison, séjourne le public qui se rend aux bains de mer.

C'est sur cette partie en pente accentuée de la grève que la mer déferle à marée haute; les vagues y bouleversent le sable, roulent et heurtent les galets à grand bruit quand la mer est forte. Sur certains points de la côte, notamment dans les environs du Hâvre, la mer procède à un transport régulier des galets, dans un sens déterminé; ils cheminent ainsi le long de

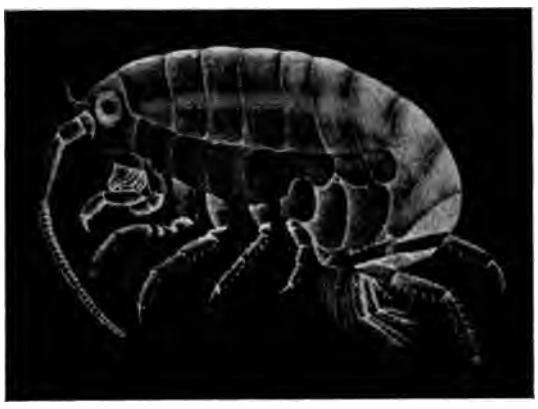


Fig. 4. — *Talitrus locusta* ou Puce de mer. Grossi dix fois environ.

la côte et obstrueraient les chenaux et les ports si on ne leur opposait pas des constructions spéciales en épis qui arrêtent ce voyage.

Dans les époque de morte eau, la mer ne monte pas toujours au niveau des galets, dont le sommet n'est mouillé qu'aux grandes marées.

Voici quelques vues prises sur divers points de la côte de France qui vous montreront l'aspect des plages hautes avec ou sans galets.

La partie en pente douce de la plage est formée de sable ordinairement plus ou moins mélangé de vase; les grains en sont habituellement plus fins que dans la plage supérieure,

et la masse en est beaucoup plus stable. Quand les vagues y arrivent, en raison du peu de profondeur d'eau sur cette surface presque horizontale, elles sont beaucoup moins fortes, et s'écrasent en quelque sorte, s'aplatissent sans former ces grandes volutes qui déferlent avec fracas à mer haute sur la plage supérieure. La grève basse est donc beaucoup plus stable, elle n'est pas bouleversée, et les animaux y trouvent un habitat très propice à beaucoup d'espèces.

La grève basse est souvent parcourue par des ruisseaux formés par l'égouttement du sable supérieur pendant la basse mer; on y trouve aussi des flaques d'eau, des mares, parsemées de pierres où peuvent se fixer quelques algues. Ces petits ruisseaux et ces mares de grève donnent abri à des animaux particuliers.

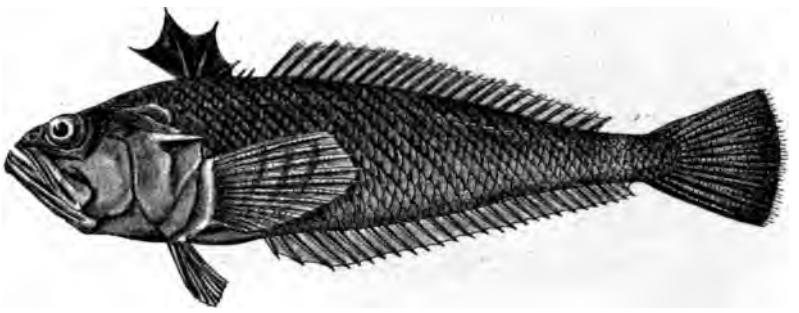


Fig. 5. — *Trachinus vipera.* La petite Vive, de grandeur naturelle.

Ces plages basses sont souvent de dimensions considérables; étant très plates, la mer, à marée basse en découvre d'énormes surfaces. Les plus typiques se voient sur les côtes flamandes et picardes, ou dans la baie du Mont Saint-Michel. Sur les côtes rocheuses de Normandie et de Bretagne ces grèves sont beaucoup plus petites, en arc de cercle, et limitées à leurs deux extrémités par des rochers qui cloisonnent la côte en de nombreux compartiments. C'est ainsi que sont constituées la plupart des plages qui servent de stations de bains de mer.

Vous avez pu voir, sur plusieurs des photographies qui ont déjà passé sous vos yeux, plusieurs plages basses faisant suite à des sables en pente accentuée. Je vais maintenant faire passer

devant vous un certain nombre de plages; mais je n'insisterai, à titre d'exemple, que sur l'une d'entre elles, celles du Mont Saint-Michel.

La carte que vous voyez en ce moment (Fig. 1) vous montre une immense étendue plate occupant tout l'angle formé par la jonction des côtes normandes et bretonnes. Remarquez au sommet de l'angle l'embouchure de deux petites rivières le Couesnon et la Sélune, dont le cours suit une des plus jolies vallées de France. L'énorme grève qui s'étend d'une rive à l'autre, de Cancale à Avranches, a près de 50 kilomètres de diamètre et près du double de pourtour. Le fond de cette grève est occupé par des terres basses, marécageuses, qui autrefois en ont fait partie, mais sont actuellement des champs et des pâturages.

Fig. 6. - Arénicole des pêcheurs (*Arenicola piscatorum*), de grandeur naturelle. D'après de Quatrefages.

Sur cette grande grève on trouve installés à Cancale des parcs à huitres, au milieu sont des pêcheries très intéresssantes, où l'on capture un grand nombre de poissons plats, Anguilles, Soles, Plies, Turbots, puis des Aloses, des Sardines, des Anchois, des Belone, etc. Sur la grève toute la population littorale recueille en abondance le *Cardium edule*, ou Coque (Fig. 2), et au moment des grandes marées des huîtres éparses sur la plage inférieure.

Sur la plupart des plages on peut remarquer, sur la partie en pente, des cordons de coquillages et de débris divers, disposés en gradins parallèles.

Ce sont des objets poussés des régions basses vers les hautes par le flot. Ces cordons marquent les niveaux où les marées décroissantes ont monté, chaque jour un peu moins haut, repoussant devant elles les épaves de la plage basse. Ce sont surtout des coquillages morts, des algues arrachées, des débris de toute sorte. Au moment des plus grandes marées tous ces coquillages sont refoulés au

sommet de la plage où ils s'accumulent et acquièrent dans certains endroits une grande épaisseur; en voici un exemple pris sur une grève des environs du Croisic (Pl. I, fig. 1).

Quand sur la plage basse il se trouve une pierre la mer

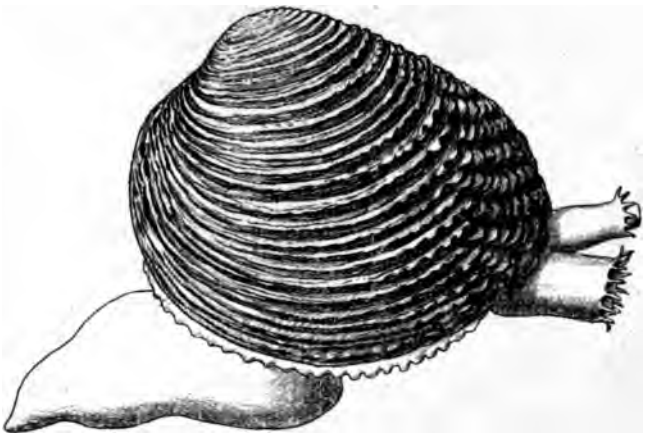


Fig. 7. — *Venus verrucosa* (Praire). Grandeur naturelle.

montante y forme un remous qui accumule des coquilles vides en longue trainée comme vous le montre cette photographie. Ces divers cordons font la joie des amateurs de collections malacologiques qui y trouvent de fructueuses récoltes.

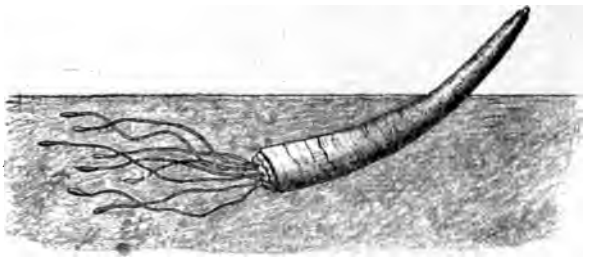


Fig. 8. — Dentale. Grandeur naturelle. (D'après Lacaze-Duthiers).

Maintenant que nous avons une idée sommaire de la constitution des plages et des rapports de leurs diverses parties, voyons quels sont leurs habitants et la façon dont ils se groupent suivant la nature et la position du terrain.

Disons tout d'abord que les galets qui sont au sommet sont totalement dépourvus d'animaux, car la mer en les roulant, les écrase tous rapidement.

Au sommet de la partie en forte pente, la plage se confond

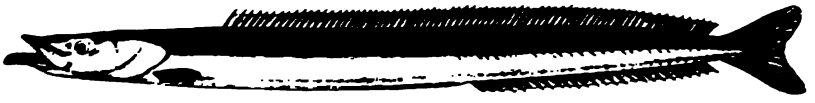


Fig. 9. — Le Lançon. ***Ammodytes lanceolatus.*** Grandeur naturelle.

avec la terre dans les régions sans falaises, surtout dans les pays à dunes, et l'on voit toute une flore de plantes terrestres s'acclimater dans le sable marin. La mer n'y vient que rarement, et l'on y trouve des animaux terrestres qui s'y aventurent, des insectes, comme par exemple le gros Hanneton foulon *(Melolontha fullo).* Comme animaux marins on n'y remarque guère qu'un petit Crustacé blanc qui saute sur le sable, le Talitre *(Talitrus locusta*, Fig. 4) ou *puce de mer* qui redoute tellement d'être mouillé par l'eau de mer que si les vagues un peu plus fortes que d'habitude atteignent le haut de la plage il se sauve dans les champs voisins, et l'on en voit alors une foule qui sautillent parmi les choux et les pommes de terre attendant anxieusement que la mer baisse pour réintégrer leur domicile normal dans la grève.

Fig. 10. — *Chorda filum.* (D'après Harvey).

Ces Talitres sont des bêtes

fort utiles, préposées à la voirie; ils se chargent — comme les chiens de rues de Constantinople — de dévorer rapidement les cadavres variés que la mer apporte sur la haute grève; ils partagent d'ailleurs cette fonction avec d'autres animaux que nous trouverons plus bas, les Nasses et les Crabes.

Le talus incliné de la haute plage est presque complètement dépourvu d'autres animaux. La plage proprement dite, celle qui, au-dessous de la précédente, correspond à la zone des Fucus et même à celle des Laminaires, est beaucoup plus riche en animaux; elle est surtout caractérisée par l'abondance des Mollusques bivalves dont le plus typique est le *Cardium edule* (Fig. 2) que l'on consomme en grande quantité et dont les valves vides et roulées par la mer constituent la majeure partie de ces cordons littoraux que je vous ai montrés.

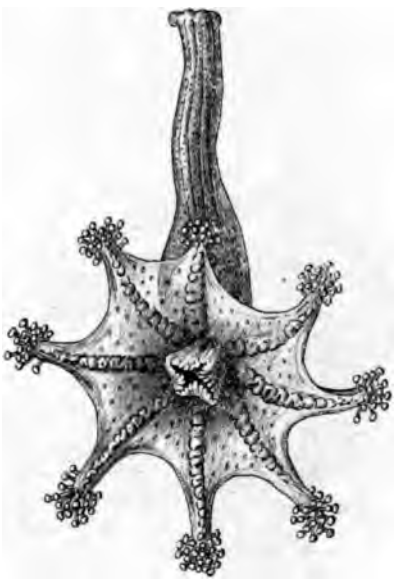


Fig. 11. — Lucernaire.
Grossie trois fois.

Le sable plus ou moins vaseux est habité encore par les Palourdes *(Tapes decussata)* et espèces voisines, les Couteaux *(Solen,* d'espèces diverses). On y trouve de nombreuses Annélides (*Nereis cultrifera*, *Nephthys Hombergi)*; des Némertes *(Lineus lacteus, Cerebratulus marginatus);* des Planaires *(Convoluta Roscoffensis);* des Crabes très nombreux *(Carcinus mænas);* des Actinies spéciales qui s'enfoncent dans le sable, *Bunodes verrucosus*, *Heliactis bellis*, *Edwardsia Beautempsi.* Il faut citer encore les innombrables Crevettes grises *(Crangon vulgare*, Fig. 3) qui abondent dans les flaques d'eau des grèves et des estuaires. Signalons encore un poisson, la petite Vive, *Trachinus Vipera* (Fig. 5), qui est cachée dans le sable, et qui procure des douleurs atroces aux personnes qui, pieds nus, marchent sur ses piquants empoisonnés.

Quand le sable est un peu plus vaseux, surtout dans les plages très protégées et les estuaires, on y trouve en abondance un Ver, appartenant à la section des Annélides, l'Arénicole des pêcheurs, *(Arenicola piscatorum,* Fig. 6), dont les déjections tortillées couvrent la plage d'innombrables petits monticules vermiculés (Pl. I, fig. 2). Le résultat de ce phénomène est d'amener le remaniement perpétuel et très actif du terrain superficiel de la plage; constamment le sable profond est ramené à la surface après avoir traversé l'intestin des Arénicoles. Il se passe là quelque chose d'absolument semblable à ce que l'on voit dans les champs et les jardins, c'est à-dire le labourage continu par

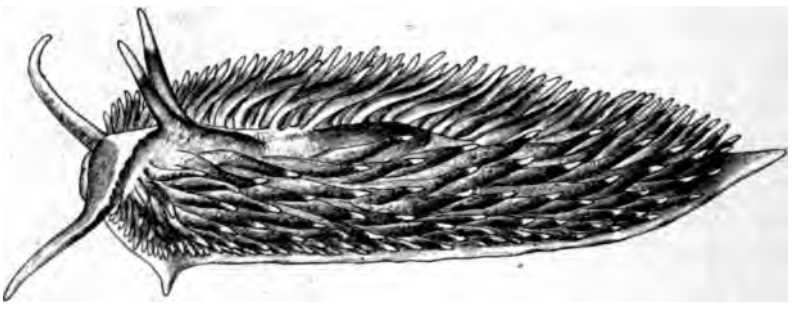


Fig. 12. — *Eolis papillata.* Grandeur naturelle.

les Vers de terre. Chacun a présent à l'esprit le beau livre de Darwin sur ce sujet et les conclusions si curieuses qu'il a tirées de ses observations.

Les plages basses dans les estuaires et les grandes baies abritées, plus ou moins incomplètement fermées, sont utilisées pour l'exploitation industrielle de deux animaux fort intéressants dont je voudrais vous dire seulement quelques mots ce soir : les moules et les huitres.

Les moules, à l'état naturel vivent fixées aux rochers des côtes battues par la mer au moyen de filaments solides qu'elles sécrètent dans leur glande à byssus. Ces moules couvrent d'énormes surfaces et sont comestibles. Mais elles sont maigres, coriaces, leur grand byssus est très désagréable et il n'y a guère que les pauvres habitants de la côte qui les mangent en cet état, elles ne sont pas vendables sur les marchés.

Mais ces animaux se prêtent très bien à une adaptation dans les eaux tranquilles et c'est ainsi que l'on a créé l'industrie de la mytiliculture.

Les moules peuvent être enlevées par grandes plaques sur les rochers, et déposées simplement sur le sol. C'est ce que l'on fait par exemple au Croisic, où, dans la baie fermée que domine ce petit port, on trouve de nombreux hectares couverts de ces « Moulières à plat ». Les moules s'y engraissent rapidement, et n'étant plus battues par les vagues, n'ont qu'un byssus très réduit (Pl. II, Fig. 1).

Fig. 13. — *Doris tuberculata.* Grandeur naturelle.

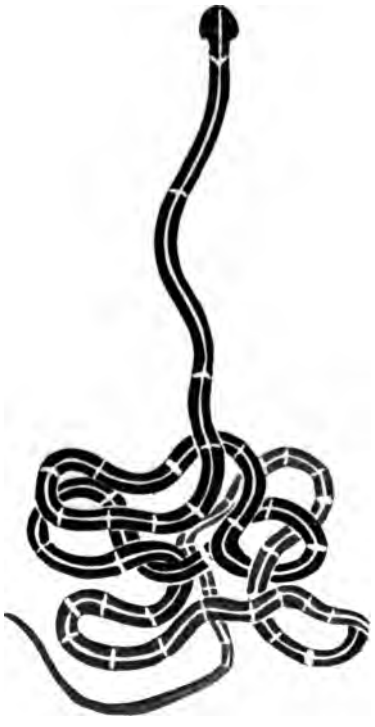
Ailleurs, et c'est ce qui a lieu dans la baie de l'Aiguillon, on plante dans la grève vaseuse des pieux de bois, voisins les uns des autres, que l'on relie souvent par des claies de branches entrelacées. Ce sont les *bouchots*.

Les moules se fixent en très grand nombres sur les pieux et sur les claies (Pl. II, Fig. 2), elles y engraissent vite et on les recueille, ou plus exactement, on les cueille, à la main. Mais la baie est tellement vaseuse ($8^m$ 50 de vase en certains endroits) que les pêcheurs ou boucholeurs s'y enfonceraient et ne pourraient plus en sortir s'ils ne se servaient de tout petits bateaux plats, les *acons*, qu'ils enfourchent et poussent avec leurs pieds. Ils circulent ainsi en glissant entre les pilotis, et remplissent leurs acons de moules. Toute cette région basse des côtes des Charentes et du Poitou est garnie de ces bouchots et les moules y donnent lieu à un commerce considérable.

Les huîtrières sont installées sur des points du littoral analogues à ceux que je viens de vous montrer occupés par les moules. Ce sont surtout les grandes plages basses et vaseuses des baies fermées et des estuaires; telles sont les huîtrières

d'Arcachon, de Marennes, du Croisic, d'Auray, de Cancale, de Tréguier, etc.

Les parcs à huîtres sont installés sur ces vases plus ou moins molles, et séparés les uns des autres par de petites levées de terre ou de pierres. Les uns sont disposés vers le haut de la plage de façon à être mis à sec tous les jours à mer basse; les autres, au contraire, sont au bas de la plage de façon à ne découvrir qu'aux grandes marées.



[Fig. 14. — *Carinella annulata.* Grandeur naturelle.

Sans insister davantage je vous dirai seulement qu'il y a deux sortes d'huîtres très différentes, les huîtres ordinaires et les portugaises. Je ne vous en dirai rien de plus ce soir, car je compte l'an prochain vous exposer avec quelques détails l'histoire naturelle et industrielle des huîtres.

Revenons maintenant à la partie inférieure de la plage, celle qui correspond à la zone des Laminaires sur les rochers, et qui ne vient à sec que dans les marées de quinzaine et les grandes marées. On y trouve un grand nombre d'animaux enfoncés dans le sable, et surtout des Mollusques bivalves nombreux : *Venus* (Fig. 7), *Tapes*, *Cytherea*, *Lucina*, *Psammobia*, *Solen*, *Mactra*, *Tellina*, *Pandora*, *Lutraria*, etc., des Dentales à la coquille en forme de corne (Fig. 8), des gastéropodes, *Buccinum*, *Calyptraea*, etc.

Suivant les localités ce faciès varie, et sa faune également, selon que le sable est pur ou vaseux. Là on trouve un grand nombre d'Annélides, *Myxicola infundibulum*, *Sabella pavonina*, *Clymene*, *Pectinaria*, *Aphrodite*, etc. Dans d'autres endroits où

le sable est pur, meuble, et à grains égaux, on trouve, quand la mer baisse beaucoup, des Synaptes *(Synapta duvernea)*, un ver de grande taille fort curieux, le *Balanoglossus*, des Oursins à petits piquants *(Amphidetus cordatus)*, de petits Poissons, le Lançon et l'Equille *(Ammodytes lanceolatus* et *A. Tobianus)*

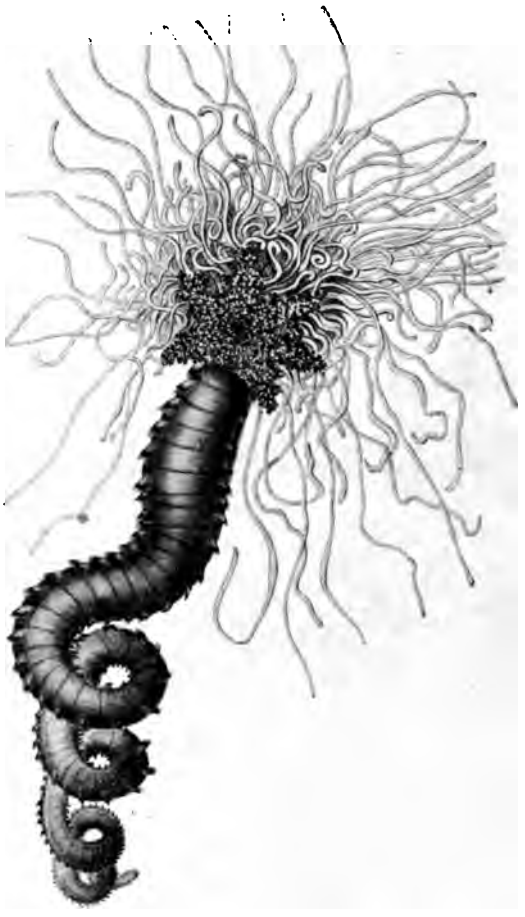


FIG. 15. — *Terebella*. Grandeur naturelle. (D'après de Quatrefages).

(Fig. 9) bien connus sur nos côtes de Bretagne et de Normandie et que l'on pêche en remuant le sable avec une pelle.

Un facies tout spécial de l'horizon moyen nous est fourni par les Herbiers de Zostères.

Les Zostères sont des plantes vertes que l'on prendrait pour des algues parce qu'elles vivent dans la mer, mais qui en

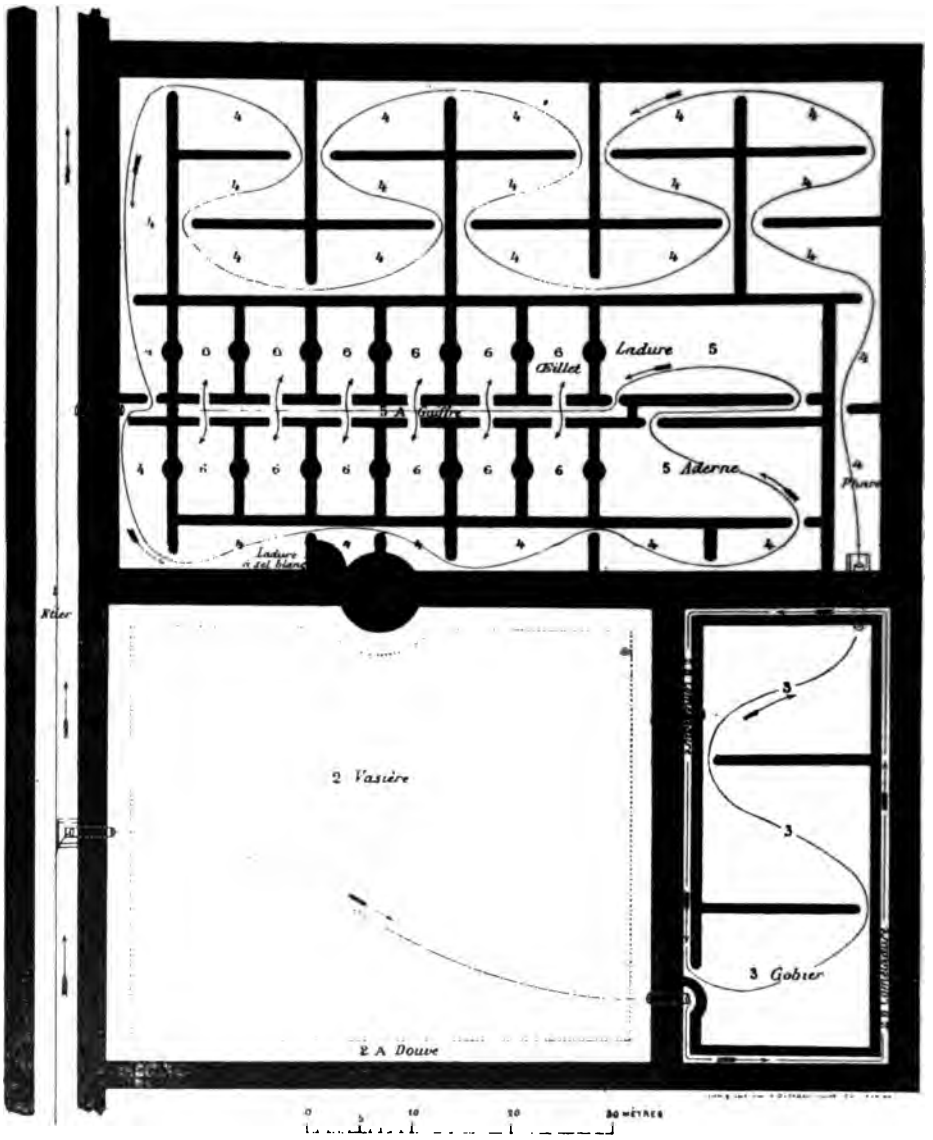



Fig. 10. — Plan d'un marais salant. (D'après Ferronnière).

réalité sont des Graminées à longues feuilles en forme de minces rubans plats et verts. Elles ont des rhizômes solides, noueux, noirs, enchevêtrés dans la vase sableuse.

Souvent, dans les baies abritées et closes, les plages sont entièrement recouvertes par ces herbiers de Zostères qui forment de véritables prairies; elles sont aussi très vastes dans les estuaires, plus petits entre les rochers. Les zostères sont souvent accompagnées d'une longue algue en forme de cordon gluant *(Chorda filum*, Fig. 10).

Une foule d'animaux vivent dans ces herbiers les uns fixés sur les feuilles ou les racines, les autres circulant librement dans cet enchevêtrement.

Voici la curieuse Lucernaire fixée sur les feuilles *(Lucernaria campanulata* (Fig. 11)—*Haliclystus octoradiatus)*, des Hydraires, *(Campanularia*, *Obelia)*; de nombreuses Ascidies composées, des Mollusques, *Eolis* (Fig. 12), *Doris* (Fig. 13), *Nassa*, *Gibbula*. — Des Némertes vivent parmi les racines *(Carinella*, Fig. 14),

Fig. 17. — *Artemia salina*. Grossie huit fois.

ainsi que des Annélides dans leur tube (Chétoptère, des Térebelles (Fig. 15), des Géphyriens, des Actinies *(Cerianthus)* etc. — Cette faune est extrêmement riche, variée et intéressante.

Dans les trous de ces herbiers on trouve souvent des Pieuvres, des Homards, des Congres qui sont recherchés par les pêcheurs à pied au moment des grandes marées. Dans les ruisseaux à fond sableux qui sillonnent ces herbiers on pêche des Plies, des Soles, des Turbots dont les jeunes sont très abondants sur toutes ces grèves basses. C'est là qu'en été on capture des Sèches à la senne.

Toutes ces grèves sableuses ou couvertes d'herbiers, ainsi que les rochers côtiers, se prolongent dans la mer à des profondeurs variant de 10 à $40^m$, complètant la zone littorale.

Les roches immergées sont couvertes de Laminaires semblables à celles qui découvrent dans les grandes marées. Quant

aux plages elles sont remplacées par des bancs de sable formé en grande partie de coquilles de bivalves et de Bryozoaires calcaires. Les Mollusques les plus typiques sont les Pecten *(P. maximus)*, *Cardium norvegicum*, des *Fissurella*, *Capulus*, etc., etc., de nombreux Echinodermes, par exemple le gros *Echinus sphæra*, *Solaster papposus*, *Palmipes membranaceus;* des Crustacés, des Ascidies *(Phallusia mamillata)*.

Fig. 18. — *Ulva lactuca* Linné. (D'après Harvey).

Une adaptation très intéressante des plages est fournie par les marais salants.

A titre d'exemple je vous dirai quelques mots de ceux qui fonctionnent au Croisic et dont la faune a été récemment étudiée par M. Ferronnière, dans un mémoire fort complet.

Un de ces marais est une surface de terrain bas occupant un espace autrefois recouvert par la mer et qui en a été séparé artificiellement au moyen de digues en pierres et de levées en terre

(Fig. 16). Les marais salants sont disposés le long de canaux s'ouvrant dans la mer et que l'on nomme « étiers ». Chaque marais est entouré d'une digue assez élevée qui l'enferme complètement, et il ne communique avec l'étier que par une étroite vanne que l'on peut ouvrir ou fermer à volonté. L'eau de mer, entrant par cette vanne ouverte à marée haute, arrive dans un grand bassin à fond très plat et vaseux que l'on nomme la *vasière*; la profondeur de l'eau y est au plus de 20 à 30 centimètres. Elle y séjourne et passe par un conduit dans une étroite rigole faisant tout le tour d'un second bassin divisé en compartiments, les *gobiers*.

Ces deux parties, vasière et gobiers occupent la moitié de la surface totale du marais. L'eau entre ensuite dans la seconde partie qui est formée d'un grand nombre de petits compartiments, les *phares* et les *adernes*, séparés par des digues étroites et basses de vase dure, contrariées dans leur direction; il en résulte que l'eau, pour les parcourir, est obligée de faire un grand nombre de circuits, et comme la profondeur de ces compartiments n'est que de 5 à 10 centimètres au plus, l'eau s'échauffe au soleil et s'évapore de plus en plus. Vers le milieu de son parcours elle marque 17° Beaumé, et à ce moment le gypse qu'elle contient se dépose sous la forme lenticulaire.

Fig. 19. — *Mya arenaria.* Réduite de moitié.

Débarrassée de ce gypse l'eau concentrée, continuant son parcours,

arrive enfin à de petits cadres réguliers les *œillets*, profonds seulement de 4 à 5 centimètres où l'eau étant concentrée à 27° Beaumé dépose son sel en cristaux que les sauniers recueillent avec des rateaux spéciaux.

Toute cette complication du marais a pour but d'amener peu à peu l'eau de mer à se concentrer jusqu'au moment où, arrivée à saturation, le sel cristallise.

Quand on ouvre, à marée haute, la vanne de l'étier pour faire entrer de l'eau de mer nouvelle, une foule d'animaux et de larves pénètrent dans la vasière, ce sont de jeunes Poissons, des

Fig. 20. — *Lithothamnion coralloides*. Algue calcaire. Grandeur naturelle.

Crustacés variés, des Vers, des Mollusques, des Hydraires, etc., etc., et des myriades de larves de tous ces animaux.

En arrivant dans la vasière où l'eau est déjà plus fortement salée que dans la mer, ces animaux, larvaires ou adultes, trouvent une condition d'existence nouvelle et fatale pour beaucoup d'entre eux. Tous ceux qui ne peuvent supporter cette augmentation brusque de la salure périssent sur le champ.

D'autres, au contraire n'en souffrent pas et continuent à vivre et à se multiplier dans la vasière. On y remarque par exemple de nombreux Crabes (*Carcinus mænas*), des Poissons

Fig. 1. — Cordons littoraux sur une plage supérieure très inclinée.
Vue prise à la pointe de Penbron. Le Croisic, Loire-Inférieure.

Fig. 2. — *Ilots de plantes terrestres envahissant une plage, plate, couverte de déjections d'Arénicoles.* Baie fermée du Trait. Le Croisic, Loire-Inférieure.

Fig. 1. — Moulière à plat sur la grève fermée du Trait. Le Croisic, Loire-Inférieure.

Fig. 2. — Moulières de la baie de l'Aiguillon. Pieux enfoncés dans la vase, couverts de moules sur leur partie supérieure.

(Mulets, Congres, Plies), des Crevettes *(Palemon rectirostris)* dont beaucoup sont infectées d'un Protozoaire parasite qui les rend blanches *(Thelohania octospora* Henneguy), des Némertes géantes *(Cerebratulus marginatus)*, des Annélides, parmi lesquelles *Nereis diversicolor*, des Bivalves *(Cardium edule)*.

L'eau plus concentrée des gobiers qui suivent la vasière, et qui marque 7° à 8° Beaumé, ne contient plus que quelques Crabes, la même *Nereis diversicolor* et 3 ou 4 autres animaux.

Dans les phares ou l'eau marque 17 à 18° il n'y a plus guère que *Nereis diversicolor*, malade, ayant un aspect très différent de son état normal.

Enfin les adernes (18° à 20° Beaumé), derniers compartiments avant les œillets, ne contiennent plus aucun des animaux précédents, mais on y rencontre un Crustacé très curieux,

Fig. 21. — *Amphioxus lanceolatus*. Grossi trois fois environ.

l'*Artemia salina* (Fig. 17) qui ne vit que dans l'eau sursalée. Ce petit Phyllopode a depuis longtemps excité la curiosité des naturalistes qui ont remarqué sa tendance à se modifier selon la salure de l'eau, ce qui est très singulier de la part d'un animal très voisin des *Branchipus* qui ne vivent que dans l'eau douce.

Je n'insiste pas davantage sur ces marais salants. Leur faune très intéressante mériterait d'être étudiée plus complètement qu'elle ne l'est actuellement. Je vous signalerai seulement que les plantes subissent des transformations très remarquables selon la salure de l'eau ; il faut également remarquer une algue *(Ulva lactuca*, Fig. 18) que l'on trouve dans les eaux sursalées des marais salants.

Il nous reste à examiner un dernier aspect de la côte et de la faune qui y est répartie ; ce sont les estuaires.

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
N° 73. — 10 Mai 1906.

# Cours d'Océanographie

## Fondé à Paris par S. A. S. le PRINCE DE MONACO

*(Deuxième Année)*

**Conférence du 10 Février 1906**

## *Les Courants marins — Le Gulf-Stream.*

par **A. BERGET**

MESDAMES, MESSIEURS,

Nous avons parlé, dans les dernières conférences, des mouvements de la mer qui sont soumis à une loi de périodicité, c'est-à-dire de la houle, des vagues et des marées. Nous avons étudié les mouvements à courte période qui sont la houle et les vagues, les mouvements à période moyenne qui sont les seiches et enfin les mouvements à période plus longue qui sont les marées.

Nous allons nous occuper aujourd'hui d'une autre série de mouvements soumis, non plus à une loi de périodicité, mais à une loi de continuité. Ce sont les mouvements qui transportent « en bloc » les eaux de la mer d'un point à un autre de la surface des océans; ce sont les mouvements de translation, en un mot les courants marins.

Tous ceux qui ont navigué savent qu'il y a à la surface de la mer des courants dont quelques-uns sont très rapides. Je

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
N° 73. — 10 Mai 1906.

# Cours d'Océanographie

## Fondé à Paris par S. A. S. le PRINCE DE MONACO

*(Deuxième Année)*

**Conférence du 10 Février 1906**

## *Les Courants marins — Le Gulf-Stream.*

par **A. BERGET**

MESDAMES, MESSIEURS,

Nous avons parlé, dans les dernières conférences, des mouvements de la mer qui sont soumis à une loi de périodicité, c'est-à-dire de la houle, des vagues et des marées. Nous avons étudié les mouvements à courte période qui sont la houle et les vagues, les mouvements à période moyenne qui sont les seiches et enfin les mouvements à période plus longue qui sont les marées.

Nous allons nous occuper aujourd'hui d'une autre série de mouvements soumis, non plus à une loi de périodicité, mais à une loi de continuité. Ce sont les mouvements qui transportent « en bloc » les eaux de la mer d'un point à un autre de la surface des océans; ce sont les mouvements de translation, en un mot les courants marins.

Tous ceux qui ont navigué savent qu'il y a à la surface de la mer des courants dont quelques-uns sont très rapides. Je

vous ai déjà parlé des courants de marée; mais ces courants de marée sont occasionnels et non permanents; ils sont la conséquence de mouvements périodiques et sont eux-mêmes périodiques.

Il existe des mouvements de translation généraux qui sont absolument permanents, ce sont les courants. Je vous demanderai de faire avec moi une petite incursion dans le domaine de la météorologie nautique, car pour bien comprendre un fait, le plus simple est de remonter à sa cause; la cause est ici assez intéressante pour mériter de vous être exposée.

La terre a la forme d'un sphéroïde, aplati aux pôles et renflé à l'équateur, tournant autour d'un axe qui n'est pas perpendiculaire au plan de la trajectoire qu'elle décrit autour du soleil; cet axe est incliné sur ce plan d'un angle de 23 degrés $\frac{1}{2}$; le plan s'appelle l'*écliptique*, l'angle de 23 degrés $\frac{1}{2}$ est l'angle que fait la ligne des pôles de la terre avec la perpendiculaire au plan sur lequel est tracée la courbe que décrit son centre.

Du fait de cette inclinaison, pour des raisons que je ne développe pas et qui sont exposées tout au long dans les ouvrages d'astronomie, même élémentaires, la surface de la terre se trouve partagée en 5 zones par 4 petits cercles parallèles dont deux sont plus voisins de son centre et s'appellent les *tropiques*; les deux autres sont près des pôles, ce sont les *cercles polaires*. Entre les deux tropiques et à égale distance d'eux, se trouve un grand cercle qui partage la terre en deux hémisphères symétriques : ce cercle s'appelle l'*équateur*. La zone comprise entre les tropiques est la *zone torride*. Les calottes sphériques sont les *zones glaciales* et les parties comprises entre les cercles polaires et les tropiques sont les *zones tempérées*.

La zone torride, comprise entre les tropiques, jouit d'une propriété particulière. Les rayons du soleil y arrivent dans une direction très voisine de la perpendiculaire, et, deux fois par an en chaque point de la zone torride, à midi, au moment où le soleil passe au méridien, ses rayons tombent verticalement. Ils apportent avec eux une quantité de chaleur maxima tandis qu'au contraire, aux pôles, même au moment du solstice d'été, les

conditions d'échauffement sont très peu avantageuses; le soleil, à sa plus grande hauteur, ne fait avec l'horizon qu'un angle de 23 degrés. C'est un fait bien connu en physique que lorsque une radiation se propage, l'effet de la radiation sur la surface sur laquelle elle tombe est d'autant plus grand que sa direction est plus voisine de la perpendiculaire. C'est ce qui se passe pour l'éclairement et pour l'échauffement; les rayons qui rasent obliquement une surface n'arrivent pas à l'échauffer.

Les régions équatoriales où les rayons sont presque perpendiculaires recevront donc du soleil une quantité de chaleur considérable. Les physiciens ont mesuré cette chaleur à l'aide d'un instrument qu'on appelle un *actinomètre*; ils l'ont mesurée pour beaucoup de points de la zone équatoriale et voici à quels résultats ils sont arrivés.

L'équateur terrestre reçoit du soleil, pendant un an, une quantité de chaleur susceptible de vaporiser une couche d'eau de 4 mètres d'épaisseur. Or, les météorologistes ont déterminé par l'observation la quantité moyenne de pluie qui tombe sur l'équateur; elle est de deux mètres environ. Si nous comparons la quantité d'eau tombant sur l'équateur, — en supposant même que toute cette eau reste à la surface, qu'aucune partie n'ait été infiltrée dans le sol, ce qui n'est pas exact, — et la quantité de chaleur qui y arrive, nous remarquons qu'il reste un surcroît de chaleur capable de vaporiser une deuxième couche d'eau de deux mètres. Comme rien ne se perd dans la nature, on peut se demander à quoi sert cet excédant de chaleur. Nous allons voir que précisément, par l'intermédiaire des vents océaniques, cet excédent de chaleur sera en partie employé à produire les courants marins.

Que va faire cette quantité supplémentaire de chaleur après avoir volatilisé la quantité de pluie qui tombe sur l'équateur? Elle va chauffer le sol et les eaux, de sorte que l'atmosphère terrestre de ces régions équatoriales va s'échauffer par le bas. Il en résultera que les couches inférieures plus chaudes auront une densité moindre et vont s'élever dans l'atmosphère en vertu du principe d'Archimède, comme s'élève une montgolfière; c'est à l'aide de l'air chaud qu'on a fait s'élever les premiers ballons.

Ces masses d'air vont donc s'élever à des hauteurs très considérables et de ce fait l'atmosphère sera raréfiée à la place qu'elles occupaient; il en résultera une diminution de la pression barométrique à l'équateur et les masses d'air voisines tendront à se précipiter vers l'équateur pour combler la diminution de pression et rétablir l'équilibre indispensable de l'atmosphère.

Il se produirait donc, si la terre ne tournait pas, un mouvement des masses d'air venant des pôles et arrivant à l'équateur; l'air venant des régions froides et tempérées se précipiterait vers les régions chaudes: il y aurait des vents du nord qui descendraient le long des méridiens et arriveraient à l'équateur perpendiculairement.

Mais en réalité la terre tourne et ici se place l'application d'une loi fondamentale de la mécanique : toutes les fois qu'un corps mobile se meut à la surface de la terre, il décrit une certaine courbe; du fait de la rotation de la terre ce corps est dévié *vers la droite* de la trajectoire qu'il décrit s'il est *dans l'hémisphère nord, vers sa gauche s'il est dans l'hémisphère sud.* C'est là le principe fondamental sur lequel repose toute la météorologie.

Ainsi une molécule d'air, une molécule d'eau en mouvement à la surface de la mer se trouveront, du fait de la rotation de la terre, déviées vers leur droite dans l'hémisphère nord et vers leur gauche dans l'hémisphère sud. Par conséquent, au lieu d'avoir des vents du nord et des vents du sud, nous aurons de part et d'autre de l'équateur des vents nord-est et des vents sud-est. Ces vents s'appellent les vents *alizés;* alizé est un dérivé du vieux mot français *alis* qui signifie doux, agréable : les *aliscamps* d'Arles.

Ce sont ces vents qui avaient tant effrayé les matelots de Christophe Colomb qui, partis sur un océan où nul avant eux ne s'était risqué, se trouvèrent toujours portés vent arrière par des brises qui les éloignaient sans cesse de l'Espagne et, les poussant dans une direction qui semblait invariable, paraissaient devoir s'opposer pour jamais à leur retour dans leur patrie.

C'est à cause de ces vents alizés que l'Amérique n'a pas été

découverte par les Anglais. Ces alizés ne commencent à se faire sentir qu'au sud du Portugal et ils ne soufflent pas sur les côtes de la Grande-Bretagne. Comme à cette époque les Anglais s'embarquaient chez eux et non au sud du Portugal, ils ne se sont pas trouvés exposés à des vents toujours persistants, capables de les conduire en Amérique dans le golfe du Mexique.

Vous voyez que l'étude de l'Océanographie permet de calmer de justes susceptibilités d'amour propre national. (*Applaudissements*).

La diminution de pression à l'équateur et la production des vents alizés sont les premières conséquences de la quantité de chaleur que reçoit la zone équatoriale. Les masses d'air s'élèvent perpendiculairement au-dessus de la terre et comme il faut bien qu'elles retournent quelque part, elles vont, par l'intermédiaire des hautes régions de l'atmosphère, rejoindre près des pôles la surface de la terre et remplacer l'air de ces contrées froides qui est venu vers l'équateur, formant ainsi ce circuit continu de l'air qui assure l'équilibre dynamique de l'atmosphère.

A quelle hauteur se trouvent ces vents qu'on appelle les *contre-alizés* parce qu'ils s'acheminent en sens inverse des alizés? C'est ce que S. A. S. le Prince de Monaco a cherché à élucider dans ses deux dernières campagnes. Dans le voisinage des tropiques ils sont à des hauteurs qui dépassent 14000$^{m}$, car les ballons-sondes envoyés à ces hauteurs n'ont pas accusé la direction du contre-alizé. Mais ce contre-alizé existe, il faut qu'il soit quelque part; cependant jusqu'à 14000$^{m}$ on ne l'a pas trouvé; les anciennes observations qui disaient l'avoir trouvé au sommet du pic de Ténériffe qui n'a que 3700$^{m}$, ne sont donc acceptables que sous réserve d'une explication différente, que l'on trouve aisément en faisant intervenir l'échauffement continental de la terre africaine, très voisine de l'archipel des Canaries.

Ces contre-alizés vont donc revenir aux pôles; il doit y avoir, autour de ceux-ci, une pression barométrique très basse parce qu'il y a une force centrifuge; on est très près de l'axe de rotation de la terre.

Un mathématicien américain, Ferrel, a même démontré que s'il n'y avait pas de frottement il ne pourrait pas exister d'air

au voisinage des pôles; vous voyez que le frottement, la résistance si maudite des mécaniciens, a ici un effet bienfaisant puisque sans cela, à certains endroits, la vie ne serait plus possible.

La force centrifuge diminue la proportion d'air retenue aux pôles par le frottement et il doit y exister une pression plus basse; nous pouvons tirer de là la conclusion suivante. Il y a à l'équateur une basse pression, aux pôles une basse pression. Comme tous les phénomènes de la nature sont continus il faut forcément qu'entre ces régions de basse pression il y ait une région de pressions plus hautes. Le calcul et l'observation montrent que le maximum de pression barométrique se trouve à la latitude de 30 degrés, c'est-à-dire, dans l'Atlantique nord, dans la région des Açores, dans le Pacifique nord aux îles Sandwich, et enfin dans les trois océans du sud, dans le Pacifique sud, l'Atlantique sud et l'Océan Indien en trois points à 30° de latitude australe. Ces centres de haute pression ont reçu un nom : on les appelle anti-cyclones, non pas pour désigner qu'ils sont les ennemis des cyclones — ce que pourrait faire prévoir le mot « anti » — mais pour marquer que le régime des vents autour de ces régions est de mouvement contraire à celui observé autour de ces régions à cyclones.

La Planche I montre la distribution de ces pressions atmosphériques résultant des observations.

C'est un planisphère sur lequel sont tracées les courbes passant par les lieux de la terre où la pression atmosphérique est la même.

Dans les régions à 30 degrés de latitude, au-dessus des Açores par exemple, il y a une pression maximum de 766 et dans l'océan Indien 764. Puis les pressions vont en décroissant. Nous avons des pressions de 762, 760 et dans la région de l'équateur nous trouvons le minimum de pression.

A mesure qu'on s'approche des pôles, nous voyons des pressions de 762, 758, 750 et quand on arrive dans les régions polaires, on a des pressions minima. Il en est de même dans l'hémisphère nord; mais à partir des hautes latitudes, les observations manquent car les observateurs sont bien moins nombreux dans les régions polaires.

De ces observations résulte une loi générale à laquelle doivent être soumis les vents à la surface de la mer. Puisqu'il y a des centres de haute pression qui sont anti-cycloniques, autour de ces centres les vents tourneront dans le sens des aiguilles d'une montre dans l'hémisphère nord et en sens inverse dans l'hémisphère sud. De plus, la direction des alizés autour de l'équateur doit être nord-est et sud-est. Vers les pôles il doit y avoir aussi un appel d'air et il est certain qu'au voisinage des pôles, en particulier au pôle sud où un grand océan permet la régularité du régime des phénomènes atmosphériques et météorologiques, il y aura des courants qui, déviés vers leur gauche par suite de la rotation de la terre, donneront une résultante vers l'est. Voilà ce que *doivent* être les vents. Je vais vous montrer ce qu'ils sont en réalité.

La Planche II représente la carte des vents océaniques pendant le mois de janvier. C'est une carte analogue à celles dont se servent les marins pour reconnaître les vents dans les régions où ils se proposent de naviguer. Chacune de ces flèches est tracée d'après les observations des capitaines des navires qui parcourent ces régions. Les flèches les plus longues correspondent aux vents les plus réguliers, les flèches les plus courtes aux vents les moins réguliers, les moins grosses aux vents relativement faibles, les plus fortes aux vents violents.

Vous voyez les vents alizés de part et d'autre de l'équateur marqués par des flèches très longues c'est-à-dire que ce sont des vents d'une grande régularité. Dans le Pacifique sud, en particulier, la régularité des alizés est considérable. Quant aux vents d'ouest des mers du sud, leur direction est sensiblement constante avec des fluctuations marquées ici par la brièveté des flèches dont la grosseur indique que nous avons là un régime permanent de vents très violents.

La Planche III reproduit la carte des vents au mois de juillet.

Les alizés soufflent toujours, mais l'intervalle qui est entre le régime d'alizés nord et d'alizés sud est remonté un peu au nord de l'équateur. Cet intervalle s'appelle la région des calmes. C'est dans cette région que se produisent les mouvements ascendants de l'air dont les couches chauffées s'élèvent vers les

régions supérieures pour former les contre-alizés. La région des calmes est remontée un peu au nord de l'équateur parce que le soleil passant dans l'hémisphère nord pendant l'été, les alizés ont repassé l'équateur et il est naturel que la région des calmes les suive. Malgré cela, le régime général des vents est toujours le même; les centres de haute pression autour desquels ils tournent sont toujours à la même place aussi bien dans l'hémisphère nord que dans l'hémisphère sud.

Cela étant posé, il est facile de voir ce qui va se produire. Les vents alizés soufflent de part et d'autre de l'équateur de façon à peu près symétrique. L'effet d'un vent temporaire sur les eaux de la mer est de leur imprimer un mouvement ondulatoire de houle ou de vagues. Mais quand ce vent souffle d'une façon persistante, non seulement pendant toute une saison, mais pendant toute l'année et pendant toutes les années consécutives, il en résulte un régime de translation provenant du frottement que les molécules d'air exercent sur les molécules d'eau. A la longue, les molécules d'eau vont suivre la direction des vents et la résultante sera un courant dirigé de l'est vers l'ouest, c'est-à-dire de la côte d'Afrique vers la côte d'Amérique.

Le mathématicien allemand Zoppritz a essayé d'aborder cette question par le calcul; les mathématiciens, vous le savez, [illegible]

Ceci se comprend : la plupart des phénomènes de la nature qui se propagent de molécule à molécule obéissent à une loi de décroissance logarithmique. Si, par exemple, vous considérez les tranches successives d'un mur dont une face est chauffée et dont l'autre est refroidie, la première couche reçoit une certaine quantité de chaleur et elle rayonne vers la seconde une fraction de sa chaleur; la seconde s'échauffe, mais elle ne rayonne vers le troisième qu'une fraction de cette fraction. C'est donc une décroissance en progression géométrique qui réglera l'échauffement successif de ces couches juxtaposées.

Ce résultat, tout mathématique qu'il soit, est intéressant parce qu'il parle à l'imagination; mais en matière expérimentale il y a bien autre chose à considérer, en particulier les phénomènes d'agitation de la surface qui troublent complètement les conditions théoriques dans lesquelles s'était placé le mathématicien allemand.

Ainsi, nous devons avoir, du fait des vents alizés nord et sud, un mouvement des eaux dirigé de l'est à l'ouest, c'est-à-dire de la côte d'Afrique vers la côtes d'Amérique. Ce courant s'appelle *courant équatorial.* Il est dévié vers sa droite par la rotation de la terre, car aucun corps en mouvement ne peut échapper aux lois de la Mécanique. Dès qu'il a pris naissance, ce courant commence à s'élever un peu et à marcher vers sa droite. Arrivé en face de la côte du Brésil, devant le cap Saint-Roch, il a déjà pris un peu de direction ascendante. La petite partie de ce courant qui reste au-dessous de l'équateur se réfléchit sur la côte sud de l'Amérique et va se propager dans l'Atlantique sud. La partie septentrionale, la plus importante va longer les côtes de la Guyane et du Vénézuéla et entrer dans le golfe du Mexique. Or, ce golfe du Mexique, est, pour les eaux, si l'on peut employer cette expression, une véritable souricière; elles y entrent avec la plus grande facilité, mais n'en sortent que difficilement; l'entrée de ces eaux dans le golfe du Mexique par le courant équatorial est facilitée par l'inclinaison des côtes de la Guyane et du Vénézuéla et le mouvement de rotation de la terre leur permet de suivre le fond concave du golfe du Mexique. Mais, ne pouvant que malaisément sortir de là, elles se mettent

à tourner dans leur prison; elles sont comme dans un piège et ce piège est une chaudière dont les parois sont à une température extrêmement élevée, puisque c'est une des régions les plus chaudes de la terre, surtout pendant l'été. Ces eaux atteignent une température tellement haute que lorsqu'elles sortent du golfe, leur température est de 12 degrés au-dessus de ce qu'elle était en y entrant. Elles ne peuvent pas sortir par où elles sont entrées, car il se produit là ce qui se passe dans une foule qui se presse à une porte; les gens qui sont entrés ne peuvent plus sortir parce que ceux qui arrivent derrière eux les en empêchent. Dans le golfe du Mexique l'afflux continuel des eaux du courant équatorial poussées par les alizés empêche les eaux qui sont entrées de ressortir par le même chemin; elles ne trouvent qu'une seule issue, c'est le petit détroit, situé entre la Floride et l'île de Cuba, qui s'appelle le canal de Floride.

Dans ce canal resserré, les eaux trouvent une issue beaucoup plus étroite que le passage qu'elles avaient eu pour entrer. Leur vitesse doit donc être plus considérable, en effet : le débit étant le même, la quantité sortante doit être égale à la quantité entrée. La quantité sortante est obligée de sortir plus rapidement que la quantité entrante, pour que l'équilibre se rétablisse. La vitesse de sortie dans le canal de Floride est de 4 nœuds et demi à l'heure. C'est la vitesse moyenne d'un caboteur par vent moyen. C'est donc un facteur important pour la navigation. Un navire de commerce qui fait 9 ou 10 nœuds ne peut pas négliger un courant qui en fait la moitié. Ce courant s'appelle le *Gulf-stream*. Vous comprenez pourquoi : formé dans le golfe du Mexique, il doit son nom à son lieu d'origine : c'est le « courant du golfe ».

A sa sortie du golfe, le Gulf-stream fait 4 nœuds et demi à l'heure, soit 8 kilomètres. Sa profondeur est de $400^m$, et la largeur du canal par laquelle il sort est de 60 kilomètres. Ce n'est pas très large, pour un fleuve qui est le déversoir des eaux de l'Océan. Le Gulf-stream suit d'abord la côte d'Amérique, s'élargit en éventail et sa profondeur diminue à mesure que sa surface augmente. Lorsqu'il rencontre la côte des Etats-Unis, au nord de la Floride, à la hauteur du cap Hatteras, sa profondeur n'est plus que de $300^m$ et sa largeur est de 120 kilomètres

au lieu de 60. Sa vitesse n'est plus que de 5 kilomètres à l'heure, soit sensiblement celle d'un homme à pied. A partir de là, toujours dévié par la rotation de la terre, il continue son chemin vers la droite et traverse l'Atlantique en diagonale.

Avant d'aller plus loin, disons quelques mots de la quantité d'eau et de chaleur qu'il transporte. Le Gulf-stream débite 33 millions de mètres cubes *par seconde* : c'est environ 2000 fois le débit moyen du Mississipi. Il a été étudié complètement, à partir seulement de 1850, par le lieutenant américain Maury. Mais il était connu depuis longtemps. Les premiers voyages de retour de Christophe Colomb en avaient déjà révélé l'existence. Les premières caravelles se sont vite aperçu qu'il ne fallait pas arriver par le détroit de Floride et qu'il fallait, au contraire, en profiter pour sortir, tandis qu'il fallait se rendre en Amérique en profitant des alizés, ce qui était la voie suivie par Christophe Colomb. Les vents alizés l'avaient bien servi : il était entré vent arrière dans le golfe du Mexique. Il a découvert l'Amérique aux Antilles et *ne pouvait pas* la découvrir ailleurs à cause des vents et des courants. Cela a paru fort surprenant aux marins d'Europe qui n'avaient jamais imaginé un courant semblable, au point de vue de l'intensité et de la vitesse.

Presque en même temps, les explorateurs qui avaient suivi Colomb, exploraient le nouveau continent et découvraient le Mississipi. Ce fleuve majestueux débouche précisément dans le golfe du Mexique. Aussi la première idée des géographes fut-elle d'attribuer au Mississipi la cause originaire du Gulf-stream, et jusque vers 1820 cette croyance continua à être en quelque sorte un article de foi. Mais à cette époque des ingénieurs ayant jaugé le fleuve pour en obtenir des résultats pratiques, on s'est aperçu que le débit de ce cours d'eau, si considérable cependant, ne correspondait en rien à l'intensité du débit du Gulf-stream : le débit de celui-ci est de 2000 fois plus fort. Il ne serait pas admissible que l'effet pût être 2000 fois plus grand que la cause.

Nous suivrons maintenant, sur la carte de la Planche IV, le cours du Gulf-stream. C'est, suivant la pittoresque expression de Maury, « un fleuve d'au chaude courant entre des rives d'eau

froide ». En même temps qu'il transporte beaucoup d'eau, il transporte une énorme quantité de chaleur; c'est au Gulf-stream que nous devons la douceur du climat de l'Europe septentrionale. Mais nous y reviendrons.

Voici la trajectoire exacte du Gulf-stream. Vous voyez le courant équatorial qui lui donne naissance. Quand le courant rencontre le cap Saint-Roch, presque toute la partie supérieure est orientée dans la direction qu'elle doit suivre. Il se produit, en présence des côtes américaines, une déviation et la branche nord est plus importante que la branche sud. Cette branche est entrée dans le golfe du Mexique par le grand chenal qui est au-dessous de la Jamaïque, de Haïti et de la Trinidad. Arrivées là, les eaux sont prises comme dans un impasse, obligées de faire un long trajet le long de côtes brûlantes. Elles s'échauffent ainsi et sont obligées, comme nous l'avons vu, de sortir par l'étroit canal de Floride. Arrivé au cap Hatteras, le courant est dévié en partie par la rotation de la terre et en partie par des causes géographiques dont la principale est la suivante : Les côtes de la Géorgie et de la Caroline sont basses et légèrement inclinées. Cette inclinaison se continue sous la mer jusqu'à 80$^{m}$ de profondeur environ. Puis cette inclinaison cesse brusquement et est remplacée par une pente abrupte qui forme une grande vallée sous-marine. C'est ce soubassement qui sert de piédestal à la chaîne des Appalaches. Cette vallée sous-marine se trouvait là fort à propos pour offrir son lit à l'écoulement des eaux chaudes du Gulf-stream. Il suit donc cette direction, traverse l'Atlantique en écharpe, et obéissant à la rotation de la terre, il revient le long de la côte d'Afrique rejoindre la circulation primitive.

L'autre branche remonte l'Atlantique, vient lécher les îles Britanniques et la côte de Bretagne, va, par une petite dérivation, baigner les côtes de Norvége et d'Islande. Cette branche double le cap Nord, atteint la Nouvelle Zemble, se réfléchit et forme un courant de retour qui baigne le Spitzberg. Malgré la latitude élevée où il est, le Spitzberg est toujours accessible l'été, si bien qu'une agence de voyages y a édifié un hôtel pour les touristes. Il est remarquable qu'on puisse villégiaturer à 80° de latitude

nord alors qu'à la même latitude, le Groënland est couvert de glaces perpétuelles. C'est le Gulf-stream qui a rendu la mer libre pendant 2 mois. C'est grâce à lui aussi que les régions occidentales de l'Europe jouissent d'un climat tempéré. Le Gulf-stream transporte, avec les eaux chaudes échauffées par le contact des côtes chaudes, de l'air chaud et humide. Le régime pluviométrique des côtes de l'Europe occidentale tient au Gulf-stream. La petite ville de Portugal Coïmbre traduit ce climat par son nom : *Collis imbrium* ou « colline des pluies ». Vous savez qu'il pleut fréquemment sur les côtes de Bretagne. De même en Angleterre et en Irlande. Sur les côtes de Norvége, la condensation des vapeurs est aussi très abondante. La partie nord de la péninsule scandinave est caractérisée par les grands lacs de Suède qui, comme ceux de Finlande, sont produits par la condensation des vapeurs du Gulf-stream. Dans la région de l'Islande et de Terre-Neuve, le Gulf-stream produit aussi des vapeurs qui donnent au ciel une nébulosité presque permanente. De là le régime spécial de ces brumes qui causent tant d'accidents dans nos flottilles de pêche.

Le Gulf-stream a donc des conséquences climatériques considérables, et en ce qui concerne la pluie, et en ce qui concerne la température. On a calculé la quantité de chaleur qu'il entraîne avec lui pendant une journée. Elle s'exprime par le chiffre suivant que je renonce à vous énoncer, à l'aide d'un vocable arithmétique et que je me borne à vous transcrire :

39.500.000.000.000.000.000 *Calories.*

La calorie est, vous le savez, la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1 degré la température d'un kilogramme d'eau. La quantité de calories transportée par le Gulf-stream est égale à la quantité de chaleur qui tombe sur la zone glaciale pendant les 6 mois que dure l'été, les 6 mois que cette zone voit le soleil. Elle est égale aussi à toute la quantité de chaleur qui tombe sur l'Atlantique nord.

Il n'est donc pas surprenant qu'un courant qui véhicule de telles quantités de chaleur soit un facteur puissant de modifications du climat des continents baignés par ses eaux. Pour vous

en donner un exemple, je vous rappellerai que New-York, Naples et Lisbonne sont sous la même latitude. Tous les hivers, on voit des glaces dans la rade de New-York alors qu'à Lisbonne les palmiers poussent en pleine terre. C'est au Gulf-stream que ceci est dû; de même pour la douceur relative de nos climats de l'Europe occidentale.

On a envisagé ce qui arriverait si l'on nous enlevait le Gulf-stream. D'abord, est-ce possible? Cette question semble tirée d'un roman de Jules Verne. Eh bien, ce ne serait pas si impossible que cela. Le Gulf-stream sort du golfe du Mexique par le canal de la Floride. Ce canal a environ 60 kilomètres de large et 380$^{m}$ de profondeur. Aujourd'hui où l'homme risque des travaux comme le percement de Suez, de Panama, le comblement d'un détroit comme le canal de la Floride n'est pas chose impossible. Si la malice des habitants du nouveau continent ne va pas jusque là, si les américains ne veulent pas appliquer à notre grand fleuve d'eau chaude la doctrine de Monroë et nous priver de la douceur du climat dont nous jouissons, il ne serait pas impossible que de petits travailleurs microscopiques, les coraux, parvinssent seuls à faire cette besogne gigantesque. Les coraux avancent millimétriquement chaque année, mais ils avancent toujours et on peut concevoir un développement suffisant de leurs constructions pour opposer un obstacle considérable à l'écoulement du Gulf-stream par le canal de Floride. Le jour où le cours du Gulf-stream serait dévié, les îles Britanniques, la France, le Portugal auraient le climat de l'Amérique du nord, avec des hivers rigoureux de — 35 et — 40°. On irait en traîneau dans les rues. On pourrait se livrer à des exercices sportifs peut-être agréables à quelques-uns, mais ce serait particulièrement pénible pour ceux qui sont habitués au climat tempéré dont nous jouissons.

Au contraire, la région sud de l'Europe, comme l'Espagne, aurait un climat torride comme celui de l'Afrique centrale. L'étude des courants marins est donc une question vitale, qui intéresse non seulement les côtes mais le climat continental tout entier.

Telles sont les caractéristiques du Gulf-stream. Le courant

chaud doit être compensé par un retour d'eau froide venant des pôles vers l'équateur. Car puisqu'une masse considérable d'eau chaude transportant de la chaleur va de l'équateur au pôle, il faut nécessairement qu'une quantité équivalente d'eau froide se dirige vers l'équateur, afin que l'équilibre dynamique et thermique soit maintenu. Ces courants froids existent. Le plus important est celui du Labrador appelé autrefois courant polaire. Il est marqué sur cette carte en lignes pointillées. Il sort de la mer de Baffin, mer presque toujours prise par les banquises et les icebergs et il longe les côtes de l'Amérique du nord, passant devant la rade de New-York, contribuant beaucoup à donner à cette ville son climat froid d'hiver et constituant le *cold wall* ou « Muraille froide ». Ce courant s'insinue entre la côte et le Gulf-stream qui continue son chemin vers l'Europe. A partir de là il ne peut plus passer. L'expérience montre que les deux courants ne se coupent pas à la surface de la mer. Il est donc probable, certain même ou à peu près, que le courant froid « plonge » par dessous le Gulf-stream et que c'est ainsi qu'il rejoint, vers l'équateur, la côte d'Afrique où l'on observe un refroidissement des eaux marqué sur cette carte en pointillé. Ce refroidissement des eaux se fait sentir surtout au voisinage de la baie du Lévrier. De nombreuses variétés de poissons comestibles y vivent. La pêche y est importante et pourra donner lieu à une industrie considérable si l'on prend les dispositions nécessaires.

Ainsi se complète le courant du Gulf-stream. Un autre courant froid descend de la côte orientale du Groënland. Comme cette côte est à une latitude élevée et n'a pas de courant chaud, elle est toujours gelée et inaccessible aux navires. Au contraire, la côte occidentale, dans la mer de Baffin est longée par une branche du Gulf-stream, jusqu'à l'île de Disko. Si faible que soit cette branche du Gulf-stream, elle permet un réchauffement suffisant pour que les baleiniers aient l'accès de la côte pendant 4 mois et demi. La présence du Gulf-stream est accusée non seulement par la fonte des glaces, mais encore par la quantité considérable de bois flottés qui remontent jusqu'au Spitzberg et à l'île Jean Mayen. Ce ne sont pas des sapins : ce

sont des troncs d'acajou, d'essences venant de l'Amazone et des régions tropicales. Tombés à l'eau et entraînés, ces bois ont traversé l'Atlantique pour échouer à 80° de latitude nord. Le gouverneur de l'île groënlandaise de Disko qui appartient au Danemark possède une table d'acajou faite avec des matériaux recueillis dans l'île. Le Gulf-stream a laissé, pour ainsi-dire, sa signature sur les côtes qu'il vient lécher de ses eaux attiédies.

Sur la carte de la Planche IV qui nous indique ce qu'est devenu le Gulf-stream, nous pouvons voir aussi ce que sont les autres courants océaniques qui ont pris naissance dans les autres mers par des phénomènes identiques.

Dans le Pacifique nord, les alizés donnent naissance à un courant qui constitue un circuit fermé, lequel vient lécher les côtes de Californie. C'est le *Kouro Siwo* ou *fleuve noir* des japonais. C'est une image de rhétorique, car le courant est de couleur bleu foncé. C'est une caractéristique des courants chauds et du Gulf-stream que la couleur bleu foncé. La couleur de la mer, en effet, augmente avec sa salinité, et le Gulf-stream et le Kouro Siwo, contenant de l'eau plus chaude, sont plus foncés. De là le nom donné par les japonais

Ce courant du Pacifique est connu des pêcheurs japonais depuis longtemps. Il a été signalé et observé scientifiquement pour la première fois par un officier français M. de Tessan, en 1830. Il y a une différence géographique essentielle entre le Kouro Siwo et le Gulf-stream : c'est que le premier n'a pas d'issue. Les îles Kouriles, les îles Aléoutiennes, l'étroitesse du détroit de Behring forcent le Kouro Siwo à rester dans le Pacifique. Le centre de ce voyage circulaire, de même que le centre du circuit du Gulf-stream se trouve sur ce centre de hautes pressions barométriques que j'ai déjà signalées comme devant se trouver aux latitudes de 30° Et ainsi l'on voit que tous les phénomènes de la nature se tiennent étroitement : le centre des vents, le centre des courants et le centre des pressions coïncident à la surface des mers.

Les courants du Pacifique nord et du Pacifique sud tournent en sens inverse, Les trois courants des mers du sud entraînent les eaux de la vaste mer australe et lui impriment un

mouvement de translation. Pour prendre une comparaison familière, ces courants qui parcourent l'océan austral de l'ouest à l'est, sont entraînés comme le trottoir roulant de l'exposition de 1900 l'était par ses galets. Les galets tournants, se sont les trois cycles de courants qui, dans l'hémisphère sud, tournent toujours dans le même sens. De là ce mouvement des eaux de l'ouest à l'est, au sud du cap Horn, du cap de Bonne-Espérance et de la Nouvelle-Zélande. Là se trouvent de grands courants d'air et des vagues de 18$^{m}$ de hauteur.

Ici, il faut noter deux petites particularités. Entre les courants du Pacifique nord et de l'Atlantique nord et sud, il y a de petits courants moins importants en sens inverse; ce sont les

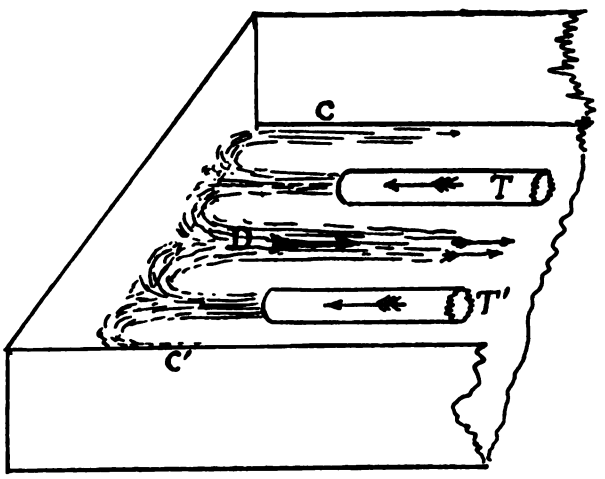



Fig. 1.

*contre-courants équatoriaux*. Leur existence s'explique facilement. Ils proviennent de la réflexion des eaux sur les « parois » de l'Océan, c'est-à-dire sur les côtes. On peut s'expliquer leur origine par une expérience bien simple : Imaginez qu'on lance par deux tubes T et T' (Fig. 1), deux courants d'eau sur une paroi solide verticale, AB : chacun de ces courants arrivant sur la paroi se réfléchit à droite et à gauche et s'étale. Ceux qui sont aux extrémités se propagent librement en C et C'; mais ceux qui sont au milieu se rencontrent et donnent naissance à un

troisième courant, D, lequel chemine forcément en sens inverse de l'écoulement dans les deux tubes, ainsi que le montre la flèche plus noire qui marque sa direction.

Cette expérience est facile à faire avec deux tubes, deux robinets et une pierre de grès. Mais il y a un procédé plus élégant, dû au physicien allemand Krümmel. Il consiste en ceci : On prend une auge de section rectangulaire et très plate (Fig. 2); dans cette auge, avec des lames de plomb verticales, on forme deux petites côtes, l'une représentant schématiquement l'Afrique, l'autre la côte du Brésil. Sur l'eau de la cuve on fait flotter des particules de sciure de bois qui font corps avec les

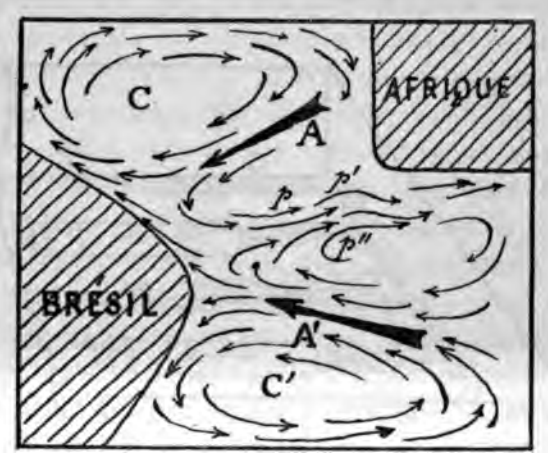



FIG. 2.

molécules liquides. Ensuite, on ouvre deux tuyaux par lesquels on dirige deux courants d'air vers ce qui représente le Brésil, dans la direction des grosses flèches tracées sur la figure en A et A'. La direction du gaz représente les vents alizés, au nord et au sud de l'Equateur. On voit alors les grains de sciure de bois lécher la côte de la Guyane et venir tourner en rond autour du point C à la latitude de 30°. De même au sud : les grains tournant autour du point C'. Mais en même temps se produisent de petits courants de réaction p, p', p'' qui se dirigent vers la côte d'Afrique, en sens inverse du courant principal. C'est le contre-courant équatorial.

Cette petite expérience reproduit très bien les phénomènes de la nature.

Voilà, mesdames, messieurs, ce que je voulais vous exposer à grands traits en ce qui concerne le Gulf-stream. Dans la prochaine conférence, nous étudierons les particularités de quelques-uns des autres courants; nous dirons un mot du mode opératoire employé pour étudier ces mouvements de translation, des instruments utilisés à cet effet, et nous verrons quelle est l'importance de l'étude des courants pour les phénomènes les plus redoutables de la météorologie, les cyclones et les typhons, produits directs de l'influence des grands courants marins. *(Vifs applaudissements).*

ISOBARES ANNUELLES.

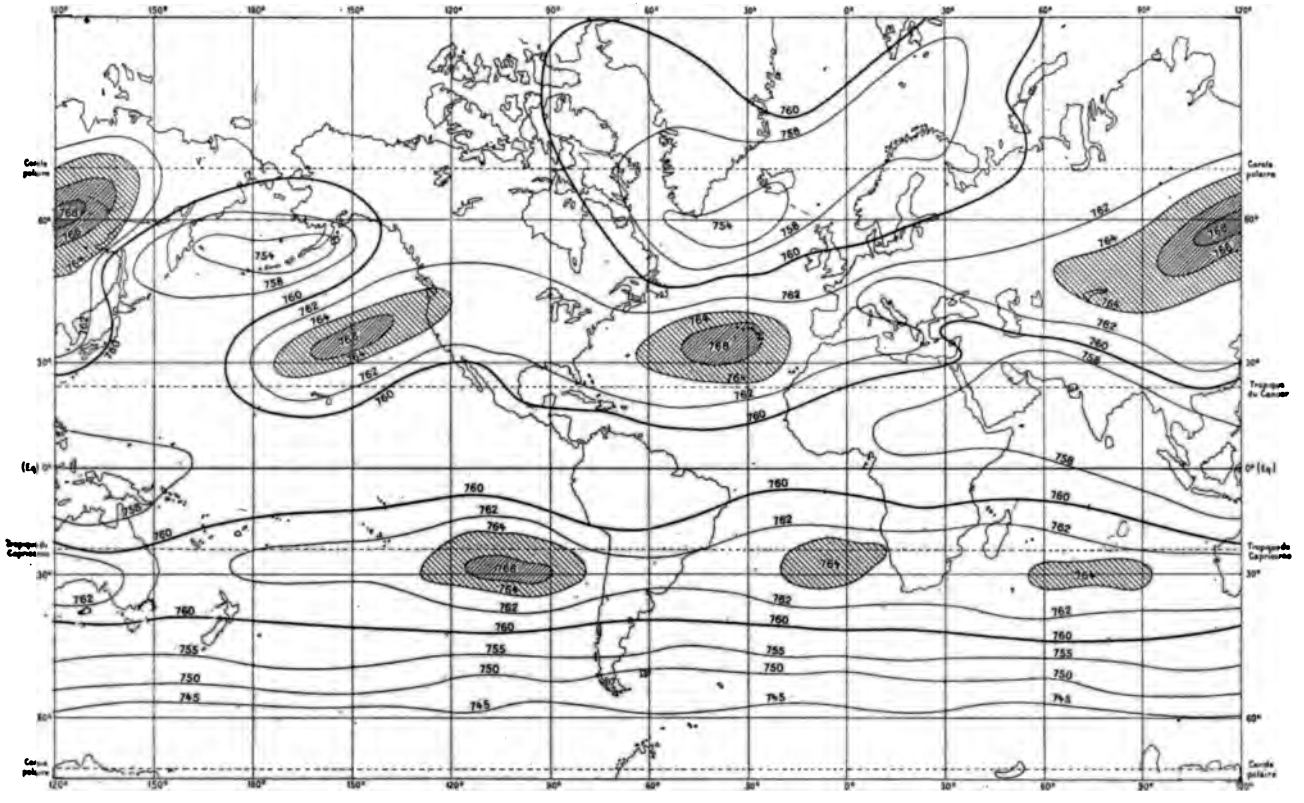



PLANCHE I.

CERCLE DES VENTS EN JANVIER.

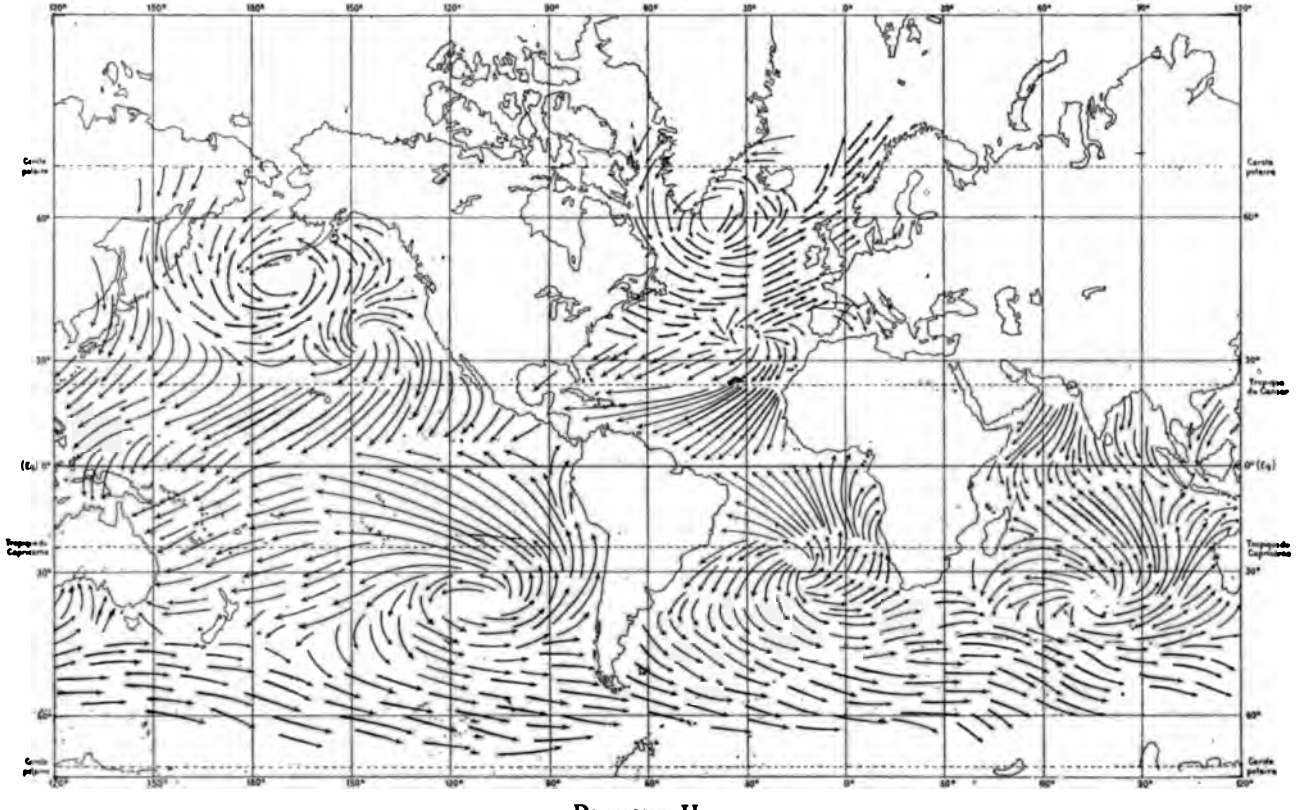
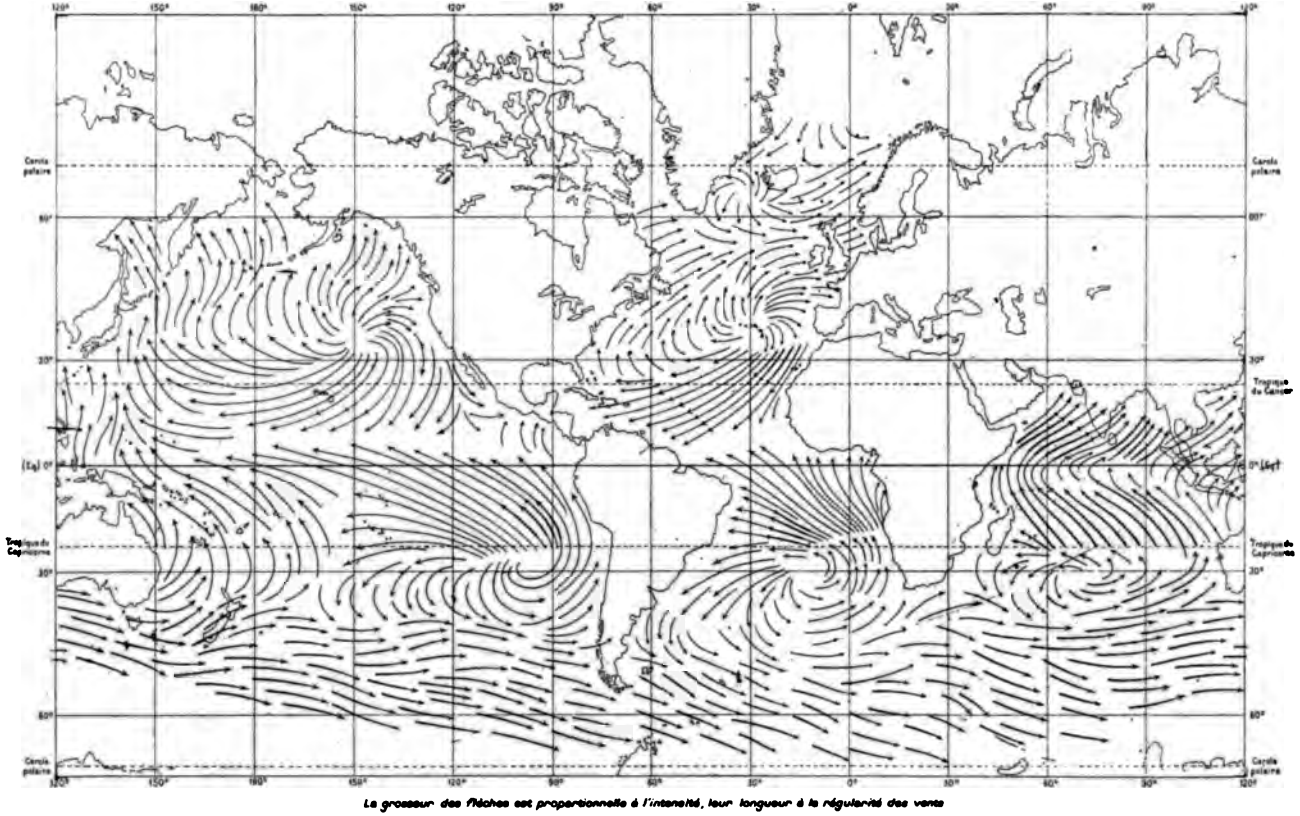


PLANCHE II.

LES VENTS OCÉANIQUES EN JUILLET.




*La grosseur des flèches est proportionnelle à l'intensité, leur longueur à la régularité des vents*

PLANCHE III.

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
N° 74. — 15 Mai 1906.

# Cours d'Océanographie

## Fondé à Paris par S. A. S. le PRINCE DE MONACO

*(Deuxième Année)*

**Conférence du 10 Mars 1906**

## *La répartition des animaux marins sur les côtes françaises de la Méditerranée.*

par L. JOUBIN
Professeur au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris.

MESDAMES, MESSIEURS,

J'ai cherché, dans les deux conférences précédentes, à vous exposer les principales conditions d'existence des animaux marins sur notre littoral de l'Océan. Vous avez ainsi pu vous rendre compte de l'importance que prend, pour la constitution des faunes, la nature du sol, la hauteur des marées, la flore marine, etc.

Je vous ai fait entrevoir les formes les plus caractéristiques des animaux des grèves et des rochers, et quelques représentants de la faune des herbiers, des marais salants, des estuaires ont passé sous vos yeux.

Nous allons aujourd'hui procéder à un examen analogue des conditions que la Méditerranée présente aux animaux qui

l'habitent, et chercher à voir si les particularités physiques si spéciales de cette mer influent sur la nature et la composition de sa faune.

Ce qui frappe surtout, lorsqu'on arrive sur les bords de la Méditerranée, c'est l'absence de marées.

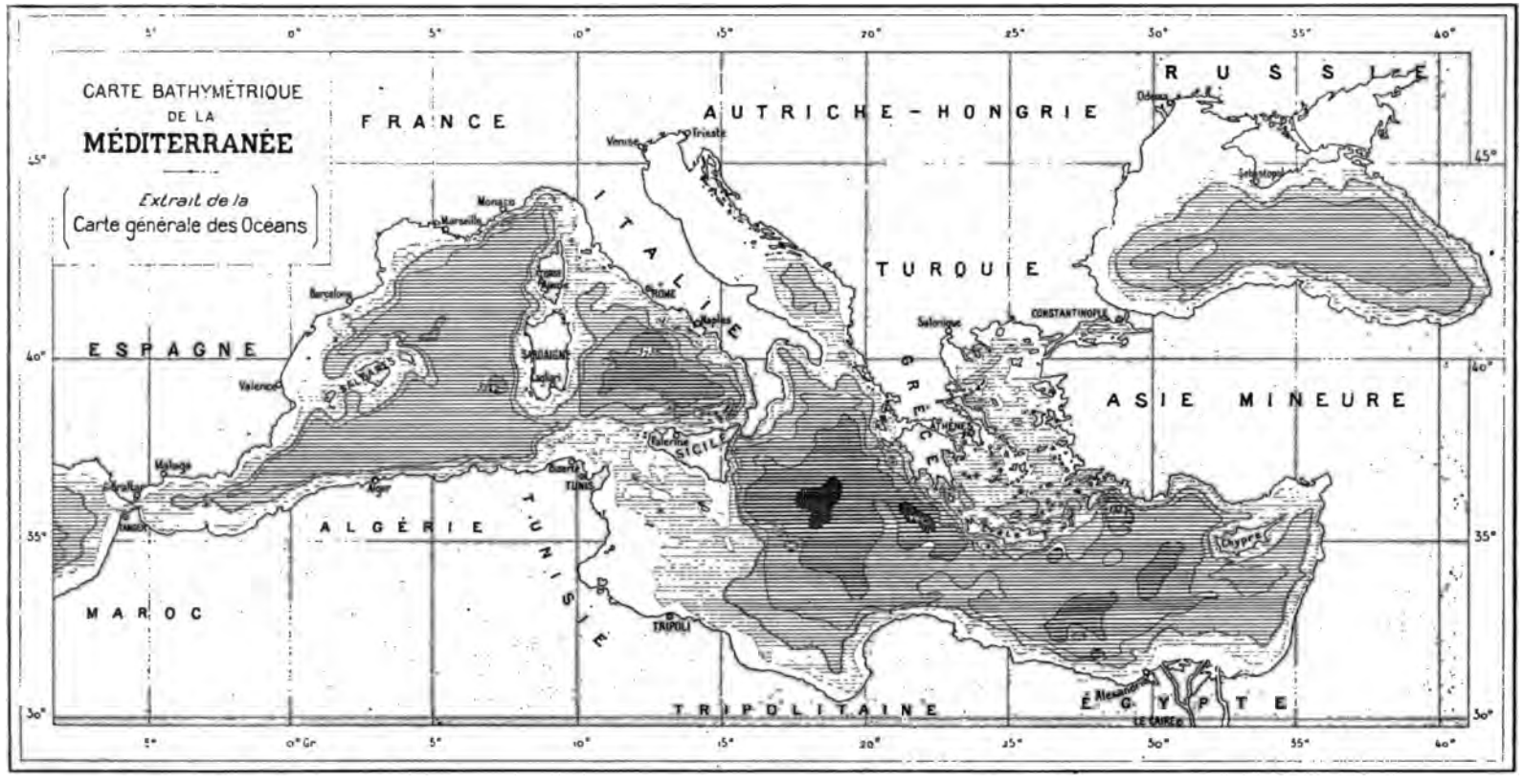
Vous avez pu vous rendre compte, par ce que je vous ai dit dans les conférences précédentes, combien les marées sont importantes sur les côtes de l'Océan, puisque dans la baie du Mont Saint-Michel elles dépassent $15^m$ de hauteur. Ces énormes déplacements verticaux de l'eau déterminent des courants souvent très violents, qui, par leur action mécanique, modifient complètement la composition de la faune dans les régions qu'ils parcourent.

La marée méditerranéenne, au contraire, est insignifiante. Elle se réduit, en effet, à une oscillation verticale de quelques centimètres, moins importante que celles occasionnées par les vents, les modifications de la pression atmosphérique, ou le phénomène des seiches dont mon collègue M. Berget vous a expliqué dernièrement la théorie.

Il en résulte que l'oscillation due à l'attraction de la Lune et du Soleil n'est appréciable qu'aux époques d'équinoxe, et encore à la condition qu'elle ne soit pas masquée par quelqu'autre cause.

Lorsque les diverses conditions variables, c'est-à-dire la pression, la direction et l'intensité du vent, la marée, se superposent, on peut assister à des baisses de la mer qui peuvent se produire en moins d'une heure et atteindre 50 ou 60 centimètres, très rarement 75 centimètres. On les observe régulièrement au Laboratoire zoologique de Banyuls et je vais faire passer sous vos yeux une photographie de cette localité qui vous donnera une idée de ce que l'on peut appeler une grande marée méditerranéenne, dont le résultat est de mettre à sec une faible zone de terrain.

Examinons maintenant rapidement la constitution générale de la Méditerranée, car nous allons avoir à tirer des conclusions intéressantes pour sa faune de la forme et des rapports de la mer qui la renferme.


CARTE BATHYMÉTRIQUE
DE LA
MÉDITERRANÉE
Extrait de la
Carte générale des Océans
FRANCE
AUTRICHE-HONGRIE
RUSSIE
ESPAGNE
ITALIE
TURQUIE
ASIE MINEURE
ALGÉRIE
TUNISIE
MAROC
TRIPOLITAINE
ÉGYPTE
SICILE
SARDAIGNE
BALEARES
GRÈCE
Venise
Trieste
Monaco
Marseille
Barcelone
Valence
Malaga
Gibraltar
TANGER
Alger
Bizerte
TUNIS
Palerme
ROME
Naples
TRIPOLI
Salonique
CONSTANTINOPLE
ATHÈNES
Chypre
Alexandrie
LE CAIRE
Odessa
Sébastopol
0° Gr
5°
10°
15°
20°
25°
30°
35°
40°
45°

Vous savez que cette mer intérieure ne communique avec les océans que par deux orifices étroits : l'un, le canal de Suez, dont il est inutile de parler, malgré tout son intérêt biologique, tant le volume de ses eaux est négligeable; l'autre, le détroit de Gibraltar, dont la profondeur maximum est de 365 mètres et la largeur de 12 à 15 kilomètres (voir la carte page 3).

La Méditerranée — en négligeant la mer Noire — se compose de deux bassins : l'un occidental, de Gibraltar à la Sicile, l'autre oriental, de la Sicile à la Syrie. Ils sont séparés l'un de l'autre par un haut fond qui relie la Sicile à la pointe de la Tunisie, et qui n'atteint guère que 360$^{m}$ au maximum de profondeur.

Je vais faire passer sous vos yeux diverses cartes qui vous donneront une idée de la distribution des profondeurs dans les deux bassins méditerranéens.

En voici d'abord une (page 3) qui vous montre ce que deviendrait le littoral de la Méditerranée si les eaux venaient à baisser de 200$^{m}$. Vous vous souvenez sans doute que cette profondeur correspond à peu près à la limite du plateau continental. Vous voyez que le long des côtes basses la limite de 200$^{m}$ est reportée très loin, et cela montre que le littoral se continue sous la mer avec une structure à peu près analogue à celle qu'il a sur le continent. Vous pouvez voir que, après cette baisse de 200$^{m}$, presque toute la mer Adriatique, une grande partie de la mer Noire, le golfe de Tunisie, le golfe du Lion sont à sec.

Au contraire, le long des côtes rocheuses, dans le voisinage des chaines de montagne, la mer profonde avoisine la côte abrupte, et la baisse des eaux de 200$^{m}$ ne changerait pas beaucoup la physionomie du littoral.

Les cartes suivantes vous montrent successivement ce qui resterait de la Méditerranée si la mer baissait de 1000, 2000, 3000$^{m}$. Elle serait finalement réduite à quatre lacs dont deux dans la Méditerranée occidentale où la sonde descend actuellement à 3240$^{m}$ entre les Baléares et la Sardaigne, 3730$^{m}$ dans la mer Thyrrénienne, et deux dans la Méditerranée orientale, l'un, entre la Sicile et la Crète où l'on trouve 4404$^{m}$ de fond et l'autre au sud-ouest de la Crète où la sonde donne 3864$^{m}$.

Une particularité tout à fait remarquable de la Méditerranée,

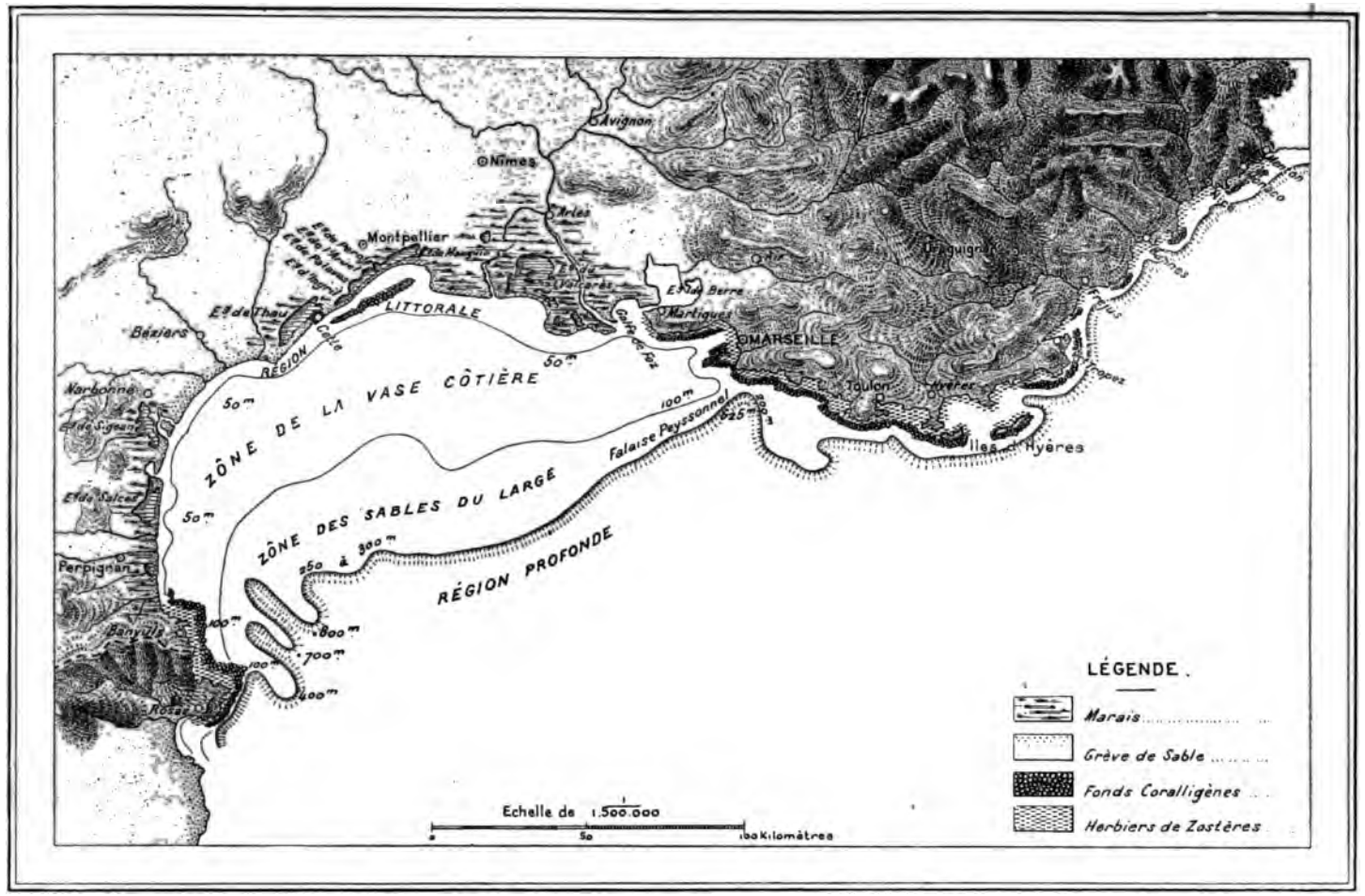



Fig. 2. — Carte indiquant la nature du littoral et des fonds sur les côtes françaises de la Méditerranée.

qu'elle partage d'ailleurs avec les autres mers intérieures, est la répartition de la température dans ses eaux.

Vous savez que dans l'Océan la température s'abaisse à mesure que la profondeur augmente et que dans les fonds de 5 à 6000$^{m}$ elle se rapproche de 0°.

Dans la Méditerranée il n'en est pas ainsi. La température de la surface varie avec les saisons, et lorsque l'on descend un thermomètre dans la mer on constate qu'il baisse d'abord régulièrement pendant les 300 premiers mètres, comme dans

Fig. 3. — Pierre couverte de Balanes (*Cthamalus stellatus*). Grandeur naturelle.

l'Océan. A ce moment, le thermomètre marque à peu près 13°, puis il conserve définitivement cette température jusque dans les plus grandes profondeurs.

Remarquez que cette température de 13° est celle de l'eau au fond du détroit de Gibraltar, et dans l'Océan à 360$^{m}$. Mais de l'autre côté du détroit la température de l'eau continue à baisser, tandis que dans la Méditerranée elle reste invariablement voisine de 13°. Pour être plus précis disons qu'elle est de 12° 70 dans le bassin occidental, et de 13° 5 dans le bassin oriental qui est le plus profond.

Je tenais à vous signaler cette différence caractéristique entre les deux mers qui baignent notre littoral.

Il est en outre intéressant de vous faire remarquer que si la vie est très intense dans les eaux superficielles de la Méditerranée, au contraire, ses eaux profondes sont très pauvres en animaux. Ce fait capital dénote une véritable stagnation des eaux. Il serait prématuré d'affirmer que la température élevée et invariable de ces couches profondes ainsi que la stagnation des eaux sont la seule cause de cette pauvreté, mais elles sont certainement les plus importantes.

Cette pauvreté est si marquée que Forbes, qui fit les premiers sondages, affirmait que la vie n'existait pas dans les grandes profondeurs de la mer. Il avait le tort de généraliser les résultats

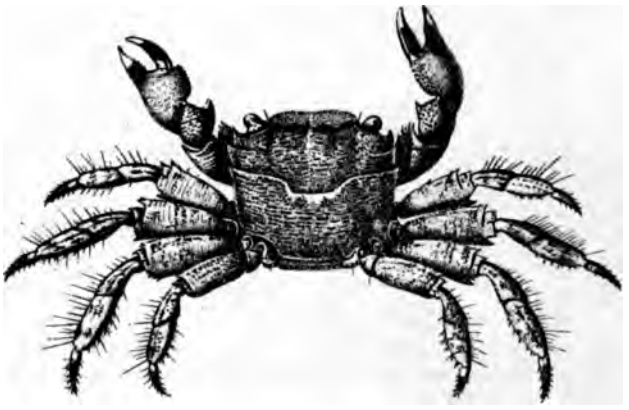


Fig. 4. — *Pachygrapsus marmoratus.* Grandeur naturelle.

de ses observations dans la Méditerranée; mais en ce qui concerne cette mer il avait presque raison.

On a cherché à expliquer cette particularité, et voici ce qu'il paraît admissible d'en penser.

A la fin de la période crétacée la Méditerranée n'était pas une mer fermée comme aujourd'hui. Elle communiquait largement avec l'Océan par un vaste détroit qui, partant du golfe de Gascogne, couvrait tous les bassins actuels de la Garonne, de l'Aude, de l'Hérault. Une autre large communication se faisait à travers le Sahara. Cette mer avait alors la même faune ou à peu près que celle de l'Océan.

Mais, dans la suite, des soulèvements de terrains ont fermé

ces deux grandes communications et il n'est resté que le détroit de Gibraltar, peu profond. Dès lors la Méditerranée presque close a pris les caractères d'une étendue d'eau stagnante, sa température s'est uniformisée en montant très sensiblement au-dessus de celle du niveau correspondant de l'Océan et beaucoup d'animaux n'ont pas pu s'adapter à cette modification; ils ont donc disparu et la faune profonde s'est trouvée très apauvrie. Dans cette hypothèse elle ne comprend plus que les animaux ayant réussi à s'acclimater à ces conditions nouvelles. C'est, comme l'on dit, une faune résiduelle, reste très amoindri de l'ancienne faune abyssale océanique.

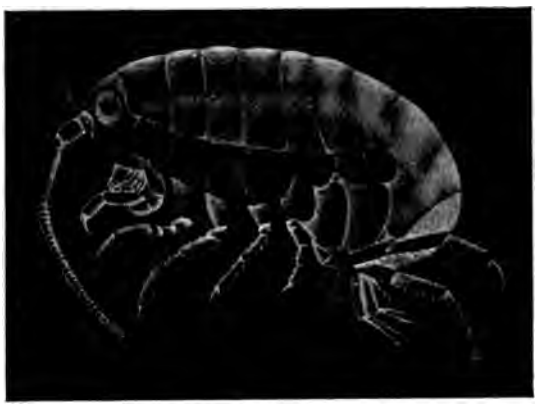


Fig. 5. — *Talitrus locusta* ou Puce de mer. Grossi dix fois environ.

Laissons maintenant de côté ces considérations sur les conditions physiques de la Méditerranée et arrivons à l'étude de la portion restreinte de son littoral qui borde la France méridionale (voir la carte page 5).

Comme sur la côte océanique, nous retrouvons ici des régions entièrement rocheuses et d'autres exclusivement composées de grèves et de plages basses.

Les régions rocheuses sont déterminées par le contact des Pyrénées et des contreforts des Alpes avec la mer.

Tout à fait au sud les Pyrénées se terminent par l'épanouissement de plusieurs petites chaînes, principalement les Albères, qui arrivent perpendiculairement à la côte. C'est la région

méridionale des Pyrénées Orientales, où la côte, extrêmement abrupte et découpée, est entièrement formée de schistes cristallins très anciens.

A l'est, la région rocheuse est formée par les montagnes parallèles à la mer, contreforts des Alpes qui, jusqu'à Menton, depuis Marseille, présentent des falaises de calcaires très durs ou de roches cristallines anciennes. Le développement rocheux de cette portion de la côte est beaucoup plus grand que dans la région des Pyrénées.

Ces falaises plongent à pic dans la mer surtout autour de Nice, Monaco, Menton, etc., de sorte que le plateau continental est extrêmement étroit dans ces régions.

Ces côtes rocheuses sont découpées en une foule de petites anses qui se terminent presque toujours par une grève abritée où les vagues viennent mourir. Ces petites baies, ordinairement très pittoresques, ont rendu célèbres diverses localités de la Côte d'Azur. Je vais vous en montrer quelques unes parmi les plus caractéristiques.

Fig. 6. — *Bonellia viridis.* (D'après Lacaze-Duthiers). Grandeur naturelle.

Sur la côte des Pyrénées, voici la baie de Banyuls avec le Laboratoire Arago, puis celle de Port-Vendres; voici une vue de la montagne volcanique de Cette avec les petites grèves qui la découpent. Autour de

Marseille nous trouvons une quantité de ces petites baies, que l'on appelle calanques dans le pays, et dont le fond est occupé par des ports minuscules installés sur la grève de sable ou de galets.

Fig. 7. — *Conus mediterraneus*. Grandeur naturelle.

Je n'insiste pas sur les côtes de l'Estérel, du Var et des Alpes-Maritimes, je tiens à vous montrer seulement quelques vues de Monaco, de son port, et de ses merveilleuses falaises sur l'une desquelles on construit en ce moment le Musée Océanographique que vous pouvez voir sur cette projection.

Maintenant que vous avez une idée approximative de la nature et de l'aspect général de la côte voyons comment les animaux sont répartis sur ces fonds rocheux; le mieux est de suivre les indications que le professeur Pruvôt a données sur ce sujet et d'adopter ses vues.

Comme dans l'Océan, nous trouvons une zone subterrestre, c'est-à-dire une bande de roches mouillées seulement par les embruns des vagues, où vivent des animaux marins susceptibles de rester longtemps à sec, et des animaux terrestres qui peuvent supporter d'être plus ou moins longtemps mouillés par l'eau de mer. C'est le point de contact des faunes terrestres et marines. On y trouve de petites Balanes qui couvrent les rochers d'un revêtement très serré *(Cthamalus stellatus)*, Fig. 3), un Crabe *(Pachygrapsus marmoratus*, Fig. 4) qui court avec une extrême vitesse sur tous les rochers, une petite Littorine *(Littorina neritoides)* etc.

Fig. 8. — *Hervia Berghi*. Mollusque nudibranche grossi. (D'après Vayssière).

Dans le sable des plages supérieures on trouve en abondance le *Talitrus locusta* que nous connaissons

(Fig. 5), et un insecte, une Cicindèle, qui leur fait la chasse. Il n'est pas rare, dans le sable des grèves supérieures, de rencontrer des Fourmis qui s'y sont installées en compagnie des Talitres.

Une formation très intéressante de la côte rocheuse, tout à fait à la limite de la surface de la mer et même un peu au-dessus, est celle qui depuis Quatrefages est connue sous le nom de *trottoirs*. Nous en prendrons le type aux environ du laboratoire de Banyuls, et je vous en montrerai quelques variations sur les rochers de Monaco.

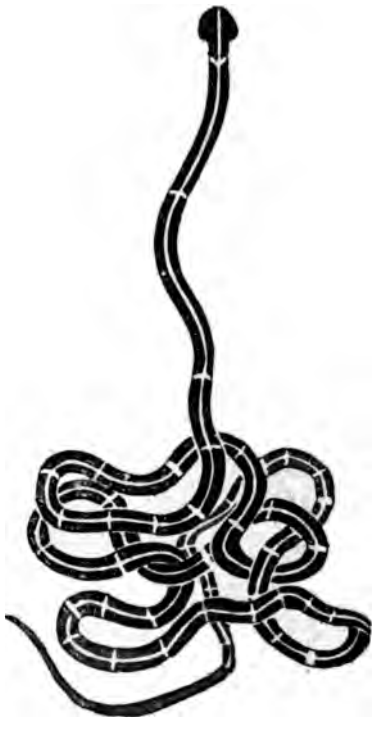


Fig. 9. — *Carinella superba.* (D'après de Quatrefages).

Lorsque la mer est calme on voit un peu au-dessus du ras de l'eau une bordure de pierre blanche qui court presque ininterrompue au bas de la falaise. Cette bordure est quelquefois assez large pour que l'on puisse y marcher, et l'on remarque cette grande largeur surtout dans les endroits les plus exposés au choc des vagues.

Dans les petites baies le trottoir est bien développé à l'entrée, puis il diminue d'épaisseur et il disparaît complètement au fond de la baie, là où les vagues amorties ne se font plus sentir fortement.

Ce trottoir bien développé peut atteindre 30 à 40 centimètres d'épaisseur, et il s'enfonce de 50 à 60 centimètres dans l'eau; mais sa partie immergée diminue rapidement d'importance dès qu'elle arrive à un niveau qui ne vient plus à sec, où la mer n'est plus agitée par les petites ondulations de la surface.

Si on examine de près ce trottoir, on constate qu'il est entièrement formé d'algues calcaires incrustantes (Fig. 1, Pl. III),

collées les unes aux autres et laissant entre elles des anfractuosités habitées par une foule d'animaux qui aiment l'eau très aérée et agitée.

Ces algues, qui pour la plupart appartiennent au genre *Lithothamnion*, ne peuvent vivre qu'à la surface, dans l'eau remuée par les vagues, ou même un peu au-dessus du niveau de l'eau; elles ne sont alors mouillées que par l'embrun et le clapotis des vagues.

Fig. 10. - *Drepanophorus*. D'après de Quatrefages.

Ces algues forment une véritable cuirasse à la roche qu'elles recouvrent. Quand la falaise n'est pas formée de pierre très dure, la mer l'use au-dessus du niveau des algues calcaires creusant ainsi de véritables « abris sous roche », dont le plancher est couvert par les algues. On peut se promener dans ces couloirs creusés par la mer et dont le sol a été préservé de l'usure par le revêtement végétal qui le recouvre, ce qui retarde la chute inévitable de la falaise dans la mer (Fig. 2, Pl. II).

Je vais vous montrer des exemples de ces diverses formations aux environs de Banyuls, de Rosas et de Monaco (Pl. I et Pl. II).

On peut remarquer en passant que ces trottoirs d'algues ont une certaine analogie avec les récifs de coraux des mers tropicales par la biologie des algues qui les forment; ces plantes ont besoin, comme les coraux, d'une eau pure et agitée à la surface; elles fixent le calcaire en dissolution dans l'eau, elles protègent la roche sous-jacente et s'encroûtent, en couches superposées, pour former des blocs solides d'une grande épaisseur.

Ces trottoirs sont creusés d'une quantité de petites cavités où vit toute une faune spéciale d'animaux marins; ce sont des êtres qui aiment l'eau très oxygénée, mais qui ne peuvent vivre à la surface qu'à la condition d'y trouver un abri contre le choc des vagues qui les écraserait. Les uns, comme les Patelles, les Chitons, les Moules, les Actinies, sont organisés pour s'attacher solidement à la roche, d'autres se creusent des galeries

dans le calcaire des algues. Les petits Crabes, les Annélides, les Siponcles abondent dans cette roche spéciale.

Au-dessous des trottoirs, la falaise est couverte d'une riche végétation d'algues vertes ou brunes parmi lesquelles dominent les *Cystoseira* et les *Udotea*. Cette flore s'étend en profondeur jusqu'au pied de la falaise sous marine (Fig. 1 et 2, Pl. II).

Parmi ces algues vivent d'innombrables animaux, les uns se promenant parmi les plantes, les autres fixés sur la roche, d'autres nageant dans le voisinage.

Les Actinies y abondent; l'une d'entre elles y forme souvent, dans les petites anses abritées, des tapis si serrés, qu'on pourrait les prendre pour des herbes; elles dévorent les animaux pélagiques que la mer pousse dans les anfractuosités des rochers.

FIG. 11. — *Cynthia papillosa*. Photographie réduite de moitié.

Les Oursins *(Strongylocentrotus lividus)* sont très communs dans certains endroits; ils se creusent des loges hémisphériques dans la roche non loin de la surface, en compagnie des Patelles, de la *Bonellia viridis* (Fig. 6), des Astéries *(Asterias glacialis, Asterina gibbosa)*. Les Mollusques, très nombreux, y sont représentés, entre autres, par la Pieuvre *(Octopus vulgaris)*, le *Conus mediterraneus* (Fig. 7), des *Murex*, *Trochus*, *Nassa*, de nombreux Nudibranches remarquables par leurs admirables coloris et l'élégance de leurs formes (Fig. 8).

Les Némertes, les Planaires et les Annélides y sont communes. Les Crustacés y sont très nombreux. Je vous signalerai

enfin toute une faune de Poissons fort beaux, aux couleurs souvent merveilleuses, dits Poissons de roche, qui trouvent, parmi le tapis d'algues, une nourriture abondante végétale et animale.

Au pied de la falaise sous-marine commence le sol proprement dit du fond de la mer (voir la carte page 5).

Nous trouvons ici quelque chose d'analogue à ce que je vous ai montré dans les conférences précédentes ; des blocs de pierre, des fragments de rochers, des cailloux de toutes dimensions forment des éboulis au bas de la falaise. Mais tandis que sur les côtes de l'Océan tous ces débris viennent à sec, à marée basse,

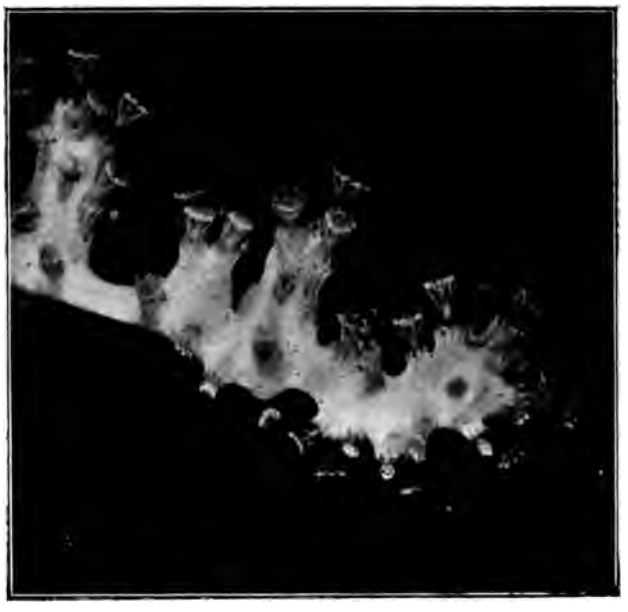


Fig. 12. — *Sympodium coralloides*, épanoui. Cliché de M. le Dr Wintrebert.

dans la Méditerranée, sans marées, ils sont toujours et définitivement immergés et constituent une bande plus ou moins large qui s'étend entre 15 et 80m de profondeur, selon les particularités locales. Cette bande de terrain très particulier est donc intermédiaire entre la falaise et le sol vaseux presque plat qui s'étend loin au large.

Mais ce sol caillouteux prend presque partout un aspect tout à fait spécial, connu sous le nom de *fond coralligène* depuis les

beaux travaux de M. Marion autour de Marseille et de M. Pru vôt, sur la côte des Pyrénées; on le trouve tout le long de notre littoral rocheux de la Méditerranée. Il est caractérisé par la disposition suivante : les pierres, les débris divers, au lieu de rester isolés comme les galets sur une grève, sont soudés les uns aux autres par une foule d'animaux et de plantes fixés, des Algues incrustantes, des Eponges, des Bryozoaires, des Annélides tubicoles, etc... Tous ces êtres vivants s'accroissent, bourgeonnent,

Fig. 13. — *Alcyonium palmatum*, épanoui. Cliché de M. le Dr Wintrebert.

se soudent entre eux, agglomèrent et agglutinent ce qui les environne et forment des concrétions anfractueuses, volumineuses, solides, que l'on arrache à grand peine à coup de drague. Toutes ces formations sont peuplées d'une faune admirable, où pullulent les êtres des espèces les plus variées.

On y trouve le Corail et les Gorgones, les Alcyons (Fig. 13), les Hydroides; les Mollusques y abondent. M. Topsent a décrit à Banyuls plus de 40 espèces d'Eponges appartenant à cette zone

sous-marine. Les coraux tels que les *Flabellum* et les *Caryophyllia* (Fig. 14 et 15), les *Gerardia*, les *Sympodium* (Fig. 12), des Echinodermes, d'innombrables Vers, des Crustacés, des Brachiopodes se trouvent parmi les Algues et les êtres fixés. Les

Fig. 14. — *Caryophyllia clavus*. Individu phothographié vivant.

Ascidies (*Cynthia papillosa*, Fig. 11) y sont richement représentées (Fig. 12), principalement par un gros *Microcosmus* que l'on vend sur les marchés du littoral (Bitotche, Violets).

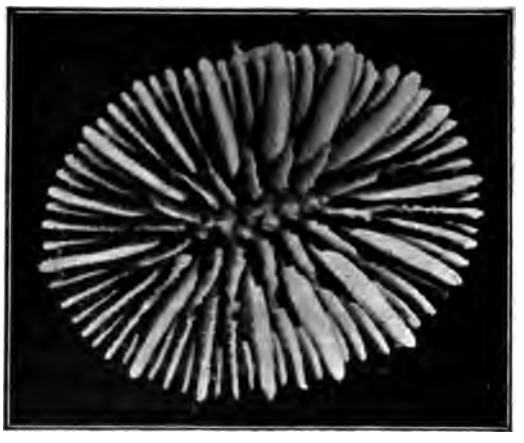


Fig. 15. — *Caryophyllia clavus*. Le polypier sec, grossi trois fois.

Des ilots de sable grossier abritant l'Amphioxus et des Vers, Némertes (Fig. 10), Annélides, des Mollusques bivalves y sont fort abondants.

Je suis forcé, faute de temps, de limiter à ces quelques indications la description des fonds rocheux du littoral et de passer immédiatement à l'examen des plages.

Je vous ai déjà montré diverses petites anses dont le fond est occupé par des plages de diverses dimensions. Les unes sont formées de sable plus ou moins fin, les autres, de galets roulés comme ceux que je vous ai montrés sur les côtes de l'Océan. Ces caractères se modifient sur la grande plage exclusivement sableuse qui s'étend depuis les Pyrénées jusqu'aux environ de Marseille. Cette immense grève n'est coupée que par quelques accidents rocheux comme le cap Leucate ou la montagne volcanique de Cette; elle est très uniforme, monotone et pauvre en animaux.

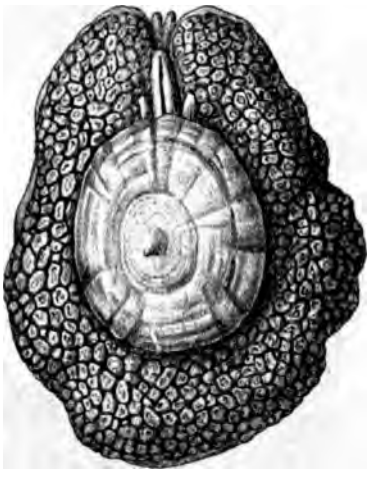


Fig. 16. — *Ombrella mediterranea*. Un peu réduite.

La partie supérieure de la grève, qui n'est mouillée par la mer que quand les vagues sont fortes, est habitée par les Talitres que nous connaissons et divers insectes, tels que les Fourmis.

La partie moyenne, où les vagues déferlent, n'est guère plus riche; on n'y trouve à peu près que les débris amenés par les vagues, et de nombreuses coquilles de Gastéropodes habitées par un petit Bernard l'Hermite; quelques Vers s'enfoncent dans le sable. C'est en somme une faune pauvre.

La région inférieure de la grève est immergée; elle s'étale sur une surface plus ou moins étendue, et souvent elle est recouverte par des herbiers.

En certains points de la grève du Roussillon les Mollusques bivalves abondent dans le sable, Tellines, Tapes, Modioles, Solens, etc., s'y trouvent dans le sol du bord de la grève, ainsi qu'un oursin fragile (*Echinocardium*). Les vagues rejettent sur la plage d'innombrables coquilles qui s'accumulent en certains endroits en véritables bancs.

Nous avons eu précédemment à parler des herbiers de zostères des côtes de l'Océan; je vous ai montré comment ces Graminées sous-marines couvrent de grandes surfaces presque plates qui peuvent être mises à sec à basse mer.

Dans la Méditerranée, des herbiers analogues formés principalement par la *Posidonia Caulini*, plante voisine des Zostères, occupent surtout le sol des baies abritées, depuis le bord jusque dans les fonds de 30 à 35$^{m}$. Ils constituent de véritables prairies

Fig. — 17. — *Tethys fimbriata*. Réduite de moitié.

sous-marines plus développées sur les côtes de Provence que sur celles des Pyrénées.

Une faune très remarquable vit parmi ces Posidonies. Elle comprend de nombreuses Actinies parmi lesquelles voici un magnifique Cérianthe, des Mollusques très variés : *Sepia*, *Sepiola*, *Loligo*, des Opistobranches et des Nudibranches aux couleurs brillantes, (*Ombrella mediterranea* (Fig. 16), *Pleurobranchus*, *Tritonia*, *Doris* diverses, *Tethys fimbriata* (Fig. 17), puis des *Cerithium*, *Rissoia*, *Triton*, *Trochus*, *Murex*, etc.) Les Vers y

sont extrêmement abondants : Annélides, Némertes *(Lineus geniculatus,* Fig. 18), Planaires; les Crustacés y pullulent, et, parmi eux, les Palinures, les Scyllares, les Pagures. On y rencontre aussi de nombreuses espèces d'Ascidies, des Echinodermes fort beaux : Ophiures, Astéries *(Astropecten aurantiacus,* Fig. 19), des Oursins.

Une remarquable faune de Poissons, aux teintes souvent merveilleuses, circule parmi ces herbiers; je n'entreprendrai pas de vous les citer tous, je me bornerai à vous montrer ceux-ci : Hypocampes, Scorpènes, Serrans, Sargues, Uranoscopes, Blennies, Girelles, Labres, Crénilabres, Murènes, Torpilles, etc.

J'arrête là cette énumération qui m'entrainerait bien au-delà des limites d'une conférence.

Presque toute la surface du sol sous-marin, dans les fonds de 20 à 100$^{m}$ environ, dépourvus d'herbiers, est recouverte par une vase grise, molle et gluante, très développée dans le golfe du Lion, mais occupant une bande bien plus étroite le long des côtes rocheuses des Pyrénées et de Provence.

Fig. 18. — *Lineus geniculatus.* Grandeur naturelle. D'après Bürger

A la suite de cette zone vaseuse s'en trouve une autre, celle des sables du large qui s'étend jusqu'au bord du plateau continental par 200 à 250$^{m}$ de fond. Pour plus de simplicité nous réunirons ces deux zones, dont les faunes ne sont cependant pas identiques, mais où l'on trouve une série d'animaux qui leur sont communs et que je vais vous montrer.

Parmi les Vers, voici quelques Annélides : *Sabella pavonina, Hermione hystrix, Spirographis Spallanzani, Protula tubularia.* Parmi les Mollusques : *Sepiola Rondeletti, Sepia elegans,*

*S. biserialis*, *Eledone aldrovandi* et *E. moschata*, *Scœurgus tetracirrhus* (Fig. 1, Pl. IV), *Murex brandaris* (Fig. 20), *Gasteropteron Meckeli*, *Pleurophyllidia undulata*, *Avicula hirundo*, *Arca tetragona*. Les Crustacés sont intéressants, en voici quelques uns : *Dromia vulgaris*, *Calappa*, *Dorippe lanata*, *Pisa gibsi*, *Pilumnus hirtellus*. Parmi les Echinodermes je me contente de faire passer sous vos yeux : *Luida ciliaris*, *Palmipes membranaceus*, *Stichopus regalis*, *Antedon rosacea*.

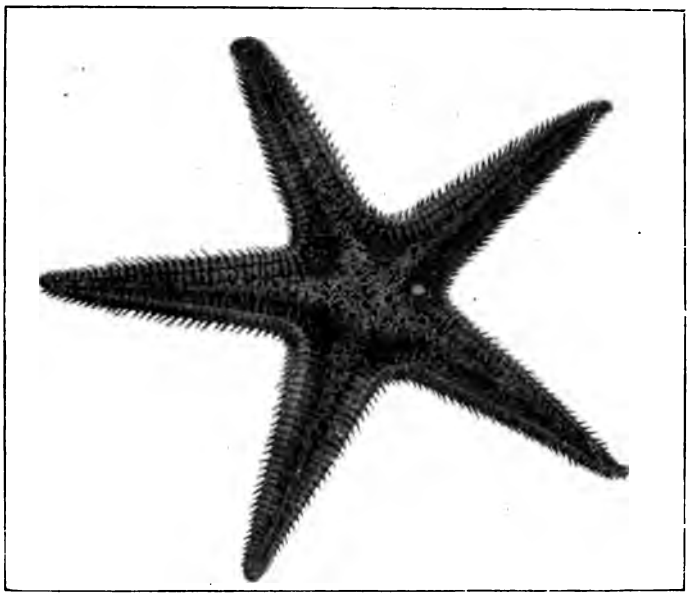


Fig. 19. — *Astropecten aurantiacus*. (D'après Ludwig). Réduit de moitié.

Des Alcyonaires remarquables habitent ces fonds : *Alcyonium*, *Veretilla cynomorium* (Fig. 2, Pl. III), *Pteroides griseum* (Fig. 21), *Pennatula phosphorea*, *Kophobelemnon Leuckarti;* voici une intéressante actinie : *Ilianthus diaphanus*.

Supposons maintenant qu'à travers le golfe du Lion, du cap Creux au Cap Sicié, nous tirions une ligne droite, elle marquera approximativement la limite du plateau continental, par 200 à 250$^{m}$ de fond. Elle est constitué sous la mer par une chute brusque du terrain, qui passe de 200 à 600 ou 700$^{m}$ en un espace très restreint; c'est une véritable falaise à pente très rapide, au bas de laquelle commencent les fonds abyssaux. Du

côté de Marseille cette falaise sous-marine est connue sous le nom de falaise Peysonnel; elle est presque rectiligne. Au contraire, du côté des Pyrénées, les beaux travaux de M. Pruvôt ont montré que cette falaise, extrêmement sinueuse, dessine des boucles qui déterminent autant de profondes vallées sous marines. Sur les crêtes de ces vallées, de ces *rechs*, comme on les appelle, nous trouvons la faune du plateau continental; à

FIG. 20. — *Murex brandaris*. Grandeur naturelle.

quelques kilomètres de là, au fond de ces rechs, par 700 ou 800$^{m}$ de profondeur, nous trouvons la faune de la vase abyssale.

(Voir la carte page 5). Sur la pente de la falaise il y a une faune différente représentée par des animaux très spéciaux.

Cette grande falaise réunit donc en quelque sorte, à travers le golfe du Lion, les Alpes et les Pyrénées; elle sépare nettement le plateau continental des grands fonds sous-marins.

Je vous indiquerai seulement quelques uns des animaux les plus caractéristiques de cette falaise et de ces vallées. Ce sont d'abord des Coraux, *Amphihelia, Lophohelia, Dendrophyllia ramea, Corallium rubrum, Caryophyllia cyathus*. Parmi les

débris de ces coraux vit une très riche faune d'Annélides, de nombreux Crustacés, une série de Brachiopodes. Un bel oursin très caractéristique, le *Dorocidaris papillata* (Fig. 2, Pl. IV) se pêche en abondance dans cette région. On retrouve là les Eponges de grandes profondeurs, *Pheronema*, *Hyalonema*, des Astéries du genre *Brisinga*, des Euryales dont je vous ai entretenu l'an dernier. Enfin parmi les Poissons je vous montrerai seulement le *Stomias boa* et la *Chimæra mediterranea* (Fig. 22), sans vous parler autrement des espèces de grands fonds.

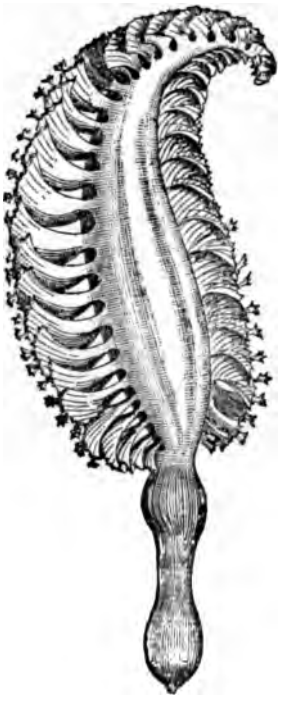


Fig. 21. — *Pennatula grisea* Esper. Individu réduit au tiers. *(Cliché Hachette).*

Ainsi que je vous l'ai dit en commençant, la faune des grandes profondeurs de la Méditerranée est beaucoup plus pauvre que celle de l'Océan. Je ne puis vous entretenir plus longuement aujourd'hui.

Pour terminer cette rapide revue de la faune de nos côtes Méditerranéennes il me reste à vous donner quelques indications sur les étangs littoraux qui sont, comme vous le savez, nombreux et importants.

Une ligne ininterrompue de ces étangs, occupant le bord du vaste demi cercle qui constitue le fond du golfe du Lion (voir la carte page 5), se continue depuis Marseille jusqu'aux Pyrénées; beaucoup d'entre eux ont de grandes dimensions, par exemple l'étang de Thau qui a 7500 hectares et l'étang de Berre qui dépasse 15000 hectares.

Parmi ces étangs, les uns se sont fermés dans des estuaires de fleuves, comme par exemple l'étang de Valcarès à l'embouchure du Rhône; les autres sont d'anciens golfes qui ont été séparés de la mer par une barre de sable accumulée peu à peu par les vagues. Tous ces étangs sont actuellement séparés de la

mer par la grande plage étroite et uniforme qui constitue le littoral.

Ces étangs ne communiquent plus avec la mer que par d'étroites coupures de la plage que l'on appelle des *graus*; on les a souvent utilisés pour y construire des ports, par exemple à Cette, à Martigues, à la Nouvelle. Je vais vous montrer quelques vues de ces étangs qui vous indiqueront leur constitution.

Suivant que la mer monte ou baisse dans les conditions que je vous ai indiquées, un courant va de la mer à l'étang ou inversement. Comme ces étangs sont très peu profonds il suffit d'une baisse de 30 ou 40 centimètres de l'eau pour les transformer en

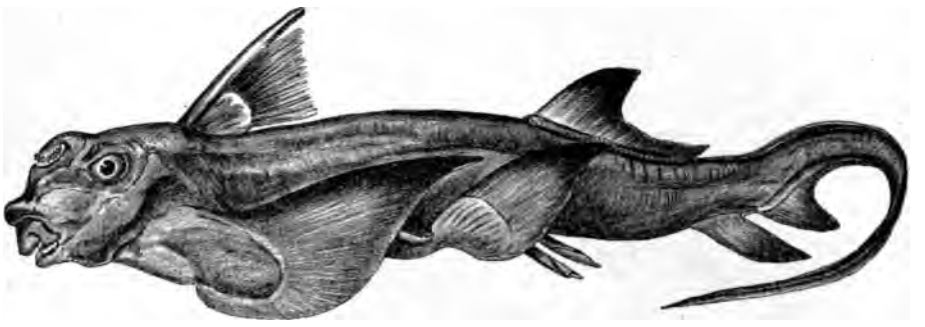


Fig. 22. — *Chimæra mediterranea.*

vastes marécages verdoyants par suite de la mise à sec des prairies de Posidonies qui couvrent le fond.

Notons encore que la très faible épaisseur de l'eau est cause qu'en hiver la température y baisse beaucoup, au point même de les faire geler quelquefois, tandis qu'en été l'eau atteint et dépasse 30°. Ces variations extrêmes occasionnent en hiver la mort de beaucoup de Poissons (Mulets, Bars, Anguilles), de Mollusques, (Moules, Clovisses, Huîtres), et en été la fermentation putride de la vase et des herbiers fait périr une foule d'animaux.

Messieurs Marion et Gourret, qui ont étudié ces étangs, font remarquer qu'ils renferment une faune comprenant des espèces franchement marines, des espèces saumâtres et des espèces

d'eau douce; certains animaux marins ont un aspect rabougri. Les variations principales des faunes de chaque étang sont dues surtout à la plus ou moins grande quantité d'eau douce que les cours d'eau ou les sources y apportent. Cette proportion varie non seulement avec l'époque de l'année, mais dans un même étang on trouve des eaux franchement marines près du grau de communication avec la mer, tandis que le fond de l'étang contient de l'eau presque potable; c'est le cas de l'étang de Berre. De même, la flore varie dans un même étang où l'on trouve des *Cystoseira*, algues franchement marines, puis des *Ulva*, et à l'autre bout les vulgaires *Potamogeton* de nos mares. La faune se ressent de cette variabilité et je vais vous donner un rapide aperçu des animaux qui la composent.

Parmi les Mollusques je vous signalerai tout d'abord un bivalve *(Tapes aureus)*, les Clovisses dont on fait une grande consommation et que des bateaux spéciaux draguent toute l'année; les Moules *(Mytilus galloprovincialis)* qui ne sont pas de la même espèce que celles de l'Océan. On trouve dans l'étang de Thau des Huîtres *(Ostrea hippopus)* dites pied de cheval. Parmi les Crustacés : *Crangon vulgaris*, *Carcinus mænas*, Palémons divers. Les Vers sont extrêmement nombreux dans les Zostères et les herbiers, mais peu variés comme espèces.

Mais ce qui est le plus intéressant à étudier dans ces étangs, ce sont les Poissons qui y abondent et que l'on pêche avec les engins les plus variés et les plus ingénieux.

Ce serait tout à fait sortir de mon programme que de décrire en ce moment ces pêcheries si curieuses. Je me contenterai de vous signaler quelques uns des Poissons de ces étangs : *Mullus surmuletus* (Rouget surmulet), *Scorpæna porcus* (Rascasse), *Labrax Lupus* (Loup, Bar), *Scomber scomber* (Maquereau), *Sargus* (plusieurs espèces, Sargue), *Dentex vulgaris* (Denté), *Mugil* (plusieurs espèces, Muge), *Crenilabrus*, *Atherina*, *Flesus*, *Solea*, *Alosa vulgaris et A. sardina*, *Engraulis enchrasicolus* (Anchois), *Anguilla*, *Petromyron marinus* (Lamproie).

A côté des poissons franchement marins on trouve, dans les mêmes étangs, des Carpes qui y atteignent de fort belles tailles.

Vous voyez par ces exemples que cette faune est très

intéressante; elle donne lieu à un commerce considérable qui occupe un grand nombre de pêcheurs.

J'en resterai là pour ce soir. J'espère que les indications sommaires que je vous ai données dans ces trois dernières conférences vous auront permis de vous rendre compte des relations de la faune sur notre littoral avec la nature des fonds, la force des courants, les marées, les profondeurs, la flore marine.

En terminant cette conférence, qui est la dernière des cinq que S. A. S. le Prince de Monaco m'a fait l'honneur de me confier, je tiens à vous remercier, Mesdames et Messieurs, d'avoir bien voulu venir, en si grand nombre et si fidèlement, écouter ces leçons; je vous suis très reconnaisant de l'accueil si bienveillant que vous m'avez fait.

Fig. 1. — Ilot aux environs du Laboratoire Arago à Banyuls-sur-mer (Pyrénées Orientales), montrant la ceinture d'Algues calcaires formant un trottoir bien développé du côté du large, très peu marqué du côté de la terre.

Fig. 2. — La falaise, aux environs du Laboratoire Arago, montrant le trottoir d'Algues calcaires au niveau de la mer.

Fig. 1. — Le pied de la falaise de Monaco, montrant la bande d'algues calcaires blanches surmontant la zone des algues brunes.

Fig. 2. — Le pied de la falaise calcaire de Monaco, montrant l'usure de la roche par les vagues et la bande d'algues calcaires au niveau de l'eau.

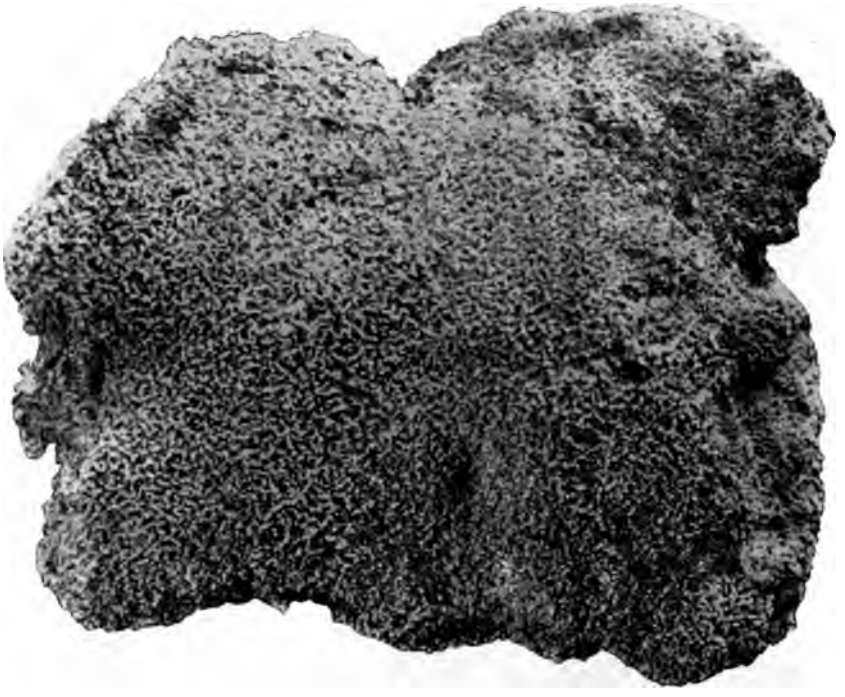


Fig. 1. — *Lithothamnion incrustans.* Algue calcaire des trottoirs. Grandeur naturelle.

Fig. 2. — *Veretilla cynomorium.* Réduit de moitié.

FIG. 1, — *Sweurgus tetracirrhus*. Céphalopode octopode un peu réduit.

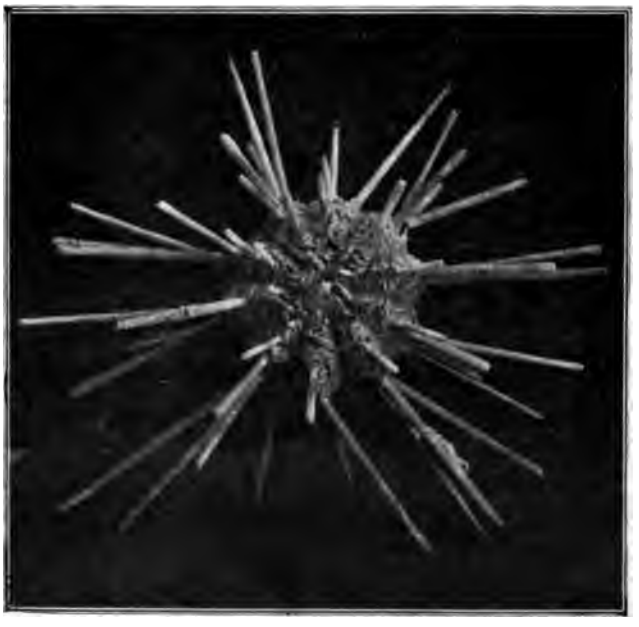


FIG. 2. — *Dorocidaris papillata*. Légèrement réduit.

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
N° 75. — 20 Mai 1906

# Cours d'Océanographie

## Fondé à Paris par S. A. S. le PRINCE DE MONACO

*(Deuxième Année)*

**Conférence du 24 Mars 1906**

## *La Nacre et la Perle en Océanie. Pêche. — Origine et mode de formation des Perles.*

par **L. G. SEURAT**
Chargé de Mission en Océanie.

MESDAMES, MESSIEURS,

Dans ma première Conférence (1), je vous ai fait connaître la structure si particulière des îles coralliennes de l'archipel des Tuamotu, formées d'un anneau de petits îlots boisés *(motus)*, entourant un lac ou *lagon* central, ce dernier communiquant avec la haute mer par des chenaux peu profonds, dans certains cas par une passe permettant l'entrée des navires. C'est dans les lagons des îles de l'archipel des Tuamotu et de l'archipel des Gambier qu'est pratiquée la pêche de l'huître perlière, qui

(1) Bulletin du Musée Océanographique de Monaco, n° 65, 22 février 1906. Conférence du 25 novembre 1905.

donne la nacre et les perles, et c'est cette industrie spéciale qui va faire le sujet de cette Conférence.

Cette question intéresse au plus haut point l'industrie française, qui consomme annuellement une moyenne de 4 millions de kilogrammes de nacre, utilisée surtout dans les usines de Paris et dans celles du département de l'Oise; d'autre part, la perle est un bijou qui a résisté à tous les caprices de la mode et dont la valeur ne fait que s'accroître.

La nacre qui est amenée sur les marchés d'Europe est fournie par différents mollusques; la plus estimée est celle des huîtres perlières, dont il existe plusieurs espèces réparties dans les mers chaudes du Globe; celle des *Unio* ou mulettes d'eau douce vient ensuite; enfin, un certain nombre de Gastéropodes, les Haliotides, les Troques *(Trochus niloticus L.)* et les Turbos *(Turbo marmoratus L.)* donnent une nacre d'un prix de revient très peu élevé.

L'huître perlière des lagons d'Océanie, la *Margaritifera margaritifera* var. *Cumingi* Reeve, trouvée par H. Cuming à Marutea du Sud (Tuamotu) en 1828, est remarquable par sa nacre à bord noir, très recherchée pour la fabrication des boutons; sa coquille peut atteindre un diamètre de 30 centimètres et un poids de 8 kilogrammes (les deux valves). Non seulement ce mollusque donne une nacre de première qualité, mais encore des perles qui rivalisent avec celles des pêcheries de Ceylan et du golfe Persique.

Dans les lagons des Gambier et surtout dans ceux des Tuamotu, on rencontre en abondance une autre méléagrine à nacre de couleur jaune paille, la *Margaritifera panasesae* Jameson, dont la coquille n'excède pas un diamètre de 5 centimètres et qui donne des perles jaunes sans valeur marchande, car elles perdent très vite leur éclat.

L'huître perlière est un Lamellibranche de la famille des Aviculidés; sa coquille est formée de deux valves sensiblement symétriques, la valve gauche étant toutefois plus bombée. Ce mollusque est attaché à un support de nature variée, fragments de coraux morts, coquilles mortes ou coquilles vivantes, flancs

des pâtés de récifs coralliens du lagon, etc., par un faisceau de fils de couleur vert-brilllant, appelé *byssus*. Le nombre des fils du byssus augmente avec l'âge et chez un individu adulte nous avons compté plus de 550 de ceux-ci, formant un ensemble très solide.

Les méléagrines ont des préférences pour certains fonds : elles vivent mal dans les fonds de sable calcaire, de débris d'algues calcaires (halimèdes et corallines) où elles ne tardent pas à s'envaser et à mourir. Elles affectionnent, au contraire, les fonds de madrépores branchus et surtout les flancs des pâtés de coraux si fréquents dans les lagons et recherchent surtout les endroits abrités.

Les huîtres perlières se développent mal dans les endroits peu profonds, en particulier à la surface des récifs presque découverts à mer basse; celles qui vivent dans ces conditions vieillissent sans que leur diamètre s'accroisse beaucoup (1), et ceci tient surtout à la violence des courants auxquels elles sont soumises; en effet, quand un de ces mollusques est caché dans une cavité du pâté et bien abrité, sa coquille se développe normalement.

Les conditions favorables au développement des huîtres perlières ne sont pas réalisées dans tous les lagons des Tuamotu; dans certains de ceux-ci, il n'y a pas d'huîtres perlières; dans d'autres, au contraire, les conditions favorables sont réalisées au plus haut degré et ces mollusques y sont très abondants. L'Administration locale a d'ailleurs classé les îles en plusieurs catégories, à savoir :

îles productives,
îles épuisées,
îles en décroissance,
îles sans nacre.

Les îles Gambier rentrent dans la première de ces catégories.

(1) Une huître perlière adulte, trouvée sur les pâtés de coraux du port de Rikitea (île Mangareva), mesure 45mm de diamètre transversal et le poids des deux valves réunies n'excède pas 14 grammes.

**Pêche de l'huître perlière.**

La pêche des huîtres à nacre est ouverte chaque année, par un arrêté du Gouverneur de la Colonie; jusqu'en ces derniers temps, elle avait lieu du premier novembre de chaque année au 31 octobre de l'année suivante; un arrêté pris récemment (27 avril 1904), sur notre proposition, à établi une période de repos de quatre mois, du premier octobre au premier février; cette période correspond d'ailleurs à la saison pendant laquelle a lieu l'émission principale des produits génitaux.

Jusqu'en ces derniers temps, l'Administration ouvrait chaque année le tiers des îles productives, chaque île étant exploitée, de cette façon, tous les trois ans; le système en usage actuellement est celui du tiercement de chaque lagon, chacun de ceux-ci étant divisé en trois secteurs ouverts alternativement à chaque saison de plonge. Ce tiercement est d'ailleurs insuffisant pour assurer la bonne conservation des fonds nacriers.

L'activité devient très grande dans les îles lors de l'approche de l'ouverture de la pêche; les indigènes font de grands préparatifs, avec une ardeur fébrile. Un certain nombre d'entre eux vont, en effet, quitter leur île pour aller tenter la fortune dans une autre plus riche que la leur; les indigènes des Tuamotu sont restés nomades, malgré tous les efforts que l'on a pu faire pour les engager à devenir sédentaires; ils sont, toutefois, très fortement attachés à leur sol natal.

Beaucoup de plongeurs des Tuamotu possèdent des côtres très confortables, construits au chef-lieu (Tahiti) par des charpentiers européens, sur lesquels ils se déplacent d'île en île; toutefois ils n'ont pas renoncé à l'usage de la pirogue à balanciers, qui leur sert très avantageusement dans les lagons; ces pirogues sont fabriquées à Tahiti et aux îles Sous-le-vent. Les pirogues anciennes, faites de planches de bois assemblées et cousues entre elles, ne sont plus utilisées que dans quelques îles pauvres de l'archipel, Nukutavake, Vahitahi et Fagatau (1).

(1) L. G. Seurat. *Les engins de pêche des anciens Paumotu.* L'Anthropologie t. xvi, p. 295-307, fig. 13 et 15. 1905.

Les anciens Paumotu naviguaient sur de grandes pirogues doubles accouplées, réunies par un pont, et munies d'une voile (la voile était une natte en feuilles de pandanus). Les Mangaréviens ont complètement renoncé à l'usage de la pirogue et se servent de barques non pontées, allant à la voile; leurs ancêtres naviguaient sur de grands radeaux formés de troncs d'arbre à pain juxtaposés et solidement attachés les uns aux autres.

Le mode de plonge le plus généralement en faveur, en Océanie, est la plonge à nu; la plonge à l'aide du scaphandre, autorisée à deux reprises différentes a toujours dû être prohibée dans la suite.

Les pêcheurs partent, dans leur pirogue, le matin de bonne heure pour se rendre sur les lieux de pêche; ils sont vêtus d'un *pareu*, bande d'étoffe qui entoure les reins et d'un tricot de coton.

Arrivés à destination, ils ancrent leur bateau près d'un pâté de corail et commencent à explorer les fonds, à l'aide d'un miroir de plonge semblable à une lunette de calfat. C'est une boîte quadrangulaire, en bois, dont le fond est formé par un verre à vitre mastiqué avec soin; ce miroir permet, étant donnée la transparence de l'eau des lagons, de distinguer tous les détails dans les fonds de moins de douze mètres. Autrefois les indigènes répandaient de l'huile de coco à la surface de la mer pour en supprimer les rides; ce procédé est encore en usage aux îles Marshall. Par les jours de calme plat, réalisés quelquefois dans la saison chaude, on aperçoit très distinctement le fond et on peut arriver à déterminer exactement la nature des mollusques, des poissons, et des coraux.

Sitôt que l'indigène a reconnu la présence d'une ou plusieurs méléagrines, il se prépare à plonger. Les Tuamotu peuvent être considérés, à bon droit, comme les meilleurs plongeurs du monde; ils descendent, en effet, sans aucune pierre destinée à accélérer leur descente, jusqu'à une profondeur de quinze brasses ($25^m$). L'indigène qui veut plonger s'assied sur le bord de son bateau, les deux pieds ballants; sa main droite est protégée par un gant, sa main gauche tient une valve d'huître perlière;

pendant quelques minutes, il aspire de l'air à pleins poumons et le rejette en faisant entendre un fort sifflement. A un certain moment, quand ses poumons sont bien gonflés d'air, il se laisse glisser les deux pieds les premiers et descend comme une masse jusqu'à cinq ou six mètres; arrivé à cette profondeur, il s'arrête, fait une révolution de 180 degrés et descend la tête première, par des mouvements des membres. Sitôt arrivé au fond, il se dirige vers l'huître perlière dont il a reconnu la présence avec sa lunette de plonge, la saisit et l'arrache de son support par un mouvement de bascule; la valve qu'il tient à la main lui sert à explorer les rochers et à se défendre contre les attaques des murènes. Quelquefois le plongeur trouve deux ou trois méléagrines pendant son séjour dans l'eau; il les place sur son bras gauche et, par une secousse brusque donnée sur le sol, il remonte rapidement à la surface et rejoint son embarcation.

Les indigènes ouvrent généralement les huîtres sitôt plongées, dans leurs moments de repos : ils se servent, à cet effet, d'un grand couteau, qu'ils insinuent entre les deux valves et à l'aide duquel ils tranchent le muscle adducteur. Ils procèdent alors à la recherche des perles qui sont situées généralement dans la région latéro-dorsale du corps et complètement libres dans les tissus. Les huîtres perlières sont loin de renfermer toutes des perles et il arrive souvent qu'on en ouvre plusieurs milliers sans en trouver. Il est à remarquer, d'ailleurs, que certains fonds nacriers sont plus productifs que d'autres.

Il n'existe pas de caractères extérieurs permettant de savoir si une méléagrine contient une perle dans ses tissus. Toutefois, on peut dire que les perles ne se rencontrent presque jamais dans les huîtres jeunes et qu'elles sont rares dans les spécimens dont la coquille s'est développée normalement.

Les parties molles de l'animal sont rejetées à la mer, à l'exception du muscle adducteur des valves, qui sert d'aliment aux plongeurs : ceux-ci l'enfilent dans une ficelle, le font sécher au soleil et le consomment sec (1).

(1) Les réglements administratifs prescrivent de malaxer ces parties molles dans un seau rempli d'eau de mer bien propre, de façon à assurer la fécondation artificielle des œufs et de rejeter le tout à la mer.

Les deux valves de la coquille sont débarrarassées des animaux et des algues qui y sont fixées, ébarbées et échangées généralement le soir même contre des marchandises.

La rencontre fortuite d'une perle est une circonstance heureuse pour le plongeur, qui peut ainsi se procurer, dans les cas exceptionnels une maison en planches, quelquefois une côtre ou une embarcation, le plus souvent quelques pièces d'étoffe qui lui sont vendues fort cher, et des bibelots divers dont il est obligé de faire cadeau à ses parents et amis. Cette coutume obligatoire de partager les bénéfices rend les indigènes méfiants vis à vis les uns des autres et explique la vente clandestine des perles. Toutefois, quand un indigène a vendu une perle, il lui est impossibles d'en garder longtemps le secret et bientôt tous ses parents et amis viennent l'importuner.

La journée de plonge commence généralement le matin vers 6 heures et se termine vers 5 heures du soir. La vie des plongeurs à nu est très pénible, mais les accidents sont heureusement rares; l'animal qu'ils redoutent le plus est la murène, contre laquelle ils se défendent avec une coquille d'huître perlière; les accidents dûs aux requins sont assez rares, bien que ceux-ci soient très communs dans certains lagons. Les Ceratoptères ou diables de mer, raies de dimensions énormes, très communes dans les lagons des Gambier s'attaquent aux plongeurs, qu'elles cherchent à noyer en les enveloppant de leurs vastes nageoires; ces raies sont également redoutées des pêcheurs de perles des côtes d'Amérique (Panama, Basse Californie), qui les désignent sous le nom de *manta*.

A certaines époques de l'anné, pendant la saison chaude, la plonge est rendue impossible par la présence d'un nombre incalculable de petites Méduses brunes, appartenant au genre *Nausithoë* et qui sont très urticantes; le grand nombre de ces animaux empêche d'ailleurs de voir le fond de la mer.

### Pêche au scaphandre.

On a essayé, dans ces dernières années d'utiliser le scaphandre pour la pêche des huîtres perlières; mais au lieu de chercher à

exploiter méthodiquement les fonds nacriers, on s'est livré à une exploitation intensive, en sorte qu'on a dû rapidement renoncer à ce genre de pêche.

L'armement d'une équipe de scaphandriers pour la pêche est coûteux, chaque côtre de pêche étant monté par au moins dix hommes : deux ou trois sont des plongeurs, qui descendent dans l'appareil à tour de rôle ; un tient la ligne de vie, c'est-à-dire une corde grâce à laquelle le scaphandrier communique avec l'extérieur ; quatre tournent la manivelle, à tour de rôle ; enfin deux autres sont occupés à remonter le filet rempli d'huîtres perlières et à ouvrir celles-ci. Les scaphandres sont exploités, soit par un trafiquant européen qui prend toutes les dépenses à sa charge, paie et nourrit les hommes qu'il emploie et prend la totalité des produits, soit par des syndicats indigènes.

Les scaphandriers proprements dits sont mieux payés que les maneuvres; leur salaire dépend de la quantité et de la qualité de la nacre qu'ils recueillent; il en résulte que les plongeurs n'aiment pas travailler sur les fonds où on trouve beaucoup de nacres piquées par les cliones.

Les scaphandres utilisés sont des engins américains; le scaphandrier est habillé jusqu'à la ceinture; la tête, le tronc et les bras étant seuls emprisonnés dans un vêtement imperméable qui est solidement maintenu, à la hauteur des hanches, par une courroie; les poignets sont égalements serrés par une courroie; les jambes sont complètements libres.

Les indigènes armés du scaphandre descendent jusqu'à une profondeur de vingt brasses et restent souvent trois heures consécutives à travailler; le plongeur met sa récolte dans un filet, qui est remonté lorsqu'il est plein de nacres, par un des hommes restés dans le bateau.

### Existence matérielle des plongeurs.

L'existence matérielle des pêcheurs d'huitres perlières est des plus précaires, surtout aux Tuamotu.

Les Mangaréviens trouvent dans leurs iles volcaniques des ressources alimentaires très variées, en particulier les fruits de

l'arbre à pain *(Artocarpus incisa* L.), avec lesquels ils font une pâte fermentée, la *popoi*, qui est leur mets national, les tubercules du *taro (Colocasia esculenta)*, le manioc, les patates douces *(Ipomea batatas* L.), les ignames, les bananes et les oranges.

Les indigènes des Tuamotu sont privés de ces ressources et vivent de poisson, de noix de coco et de conserves de viande qu'ils se procurent en échangeant les produits de leur pêche; les goélettes leur apportent des biscuits, du manioc, des ignames, des patates douces, des bananes, des oranges, de la farine et quelquefois même de l'eau douce.

La plonge n'enrichit pas les indigènes, dont la plupart ne possèdent qu'une misérable case, une pirogue, quelques ustensiles et sont, en outre, fortement endettés.

## HUITRE PERLIÈRE.

### Organismes fixés sur la coquille.

La coquille des méléagrines pêchées, et plus particulièrement celle des méléagrines adultes, est couverte d'animaux et d'algues, qui diffèrent suivant les bancs nacriers considérés.

Les animaux les plus fréquents sont les chames *(Chama pacifica* Broderip); on en trouve jusqu'à huit fixées côte à côte sur une même valve. Les spondyles *(Spondylus pacificus* Reeve) sont également très communs, ceux des îles Tuamotu atteignant une grande taille; l'*Ostrea nobilis* Sowb., dont la coquille peut atteindre un poids de trois kilogrammes, est très commune sur les nacres pêchés par les scaphandriers dans les lagons des îles Hao et Amanu; l'*Ostrea circumsuta* Gould, est fréquente sur les coquilles pêchées aux Gambier.

La *Margaritifera panasesae* Jameson s'attache souvent, par son byssus, sur les valves de l'huître perlière; ce mollusque ressemble beaucoup, par son aspect extérieur, à une huître perlière de petite taille, et ceci explique assez les méprises fréquentes des personnes qui ont cru voir des naissains dans ces petites méléagrines à nacre jaune. On rencontre également, attachées à la coquille d'une huître perlière, d'autres huîtres

perlières, le plus souvent des jeunes, parfois des adultes; les jeunes méléagrines se fixent de préférence sous les lamelles calcaires qui ornent les valves, sur le bord de celles-ci; les adultes sont, au contraire, attachées près du sommet de la coquille. Sur ces huîtres adultes peuvent s'en fixer d'autres, en sorte qu'un plongeur peut avoir la chance de trouver un chapelet de ces mollusques.

Quelques Gastéropodes, le *Sistrum dumosum* Conrad et un Chiton (*Tonicia confossa* Gould) se rencontrent sur la coquille des pintadines, ou au milieu des filaments du byssus, sans y être fixés d'une façon permanente.

Les Coralliaires et les Alcyonaires se fixent sur la valve supérieure qu'ils recouvrent quelquefois presque entièrement; les Madrépores branchus (*Madrepora brachiata* Dana) sont fréquents sur la coquille des huîtres pêchées aux Tuamotu et certains atteignent des dimensions et un poids considérables.

Beaucoup des animaux fixés sur les valves de l'huître perlière, en particulier les Lamellibranches, contrarient son développement normal et partagent sa nourriture; toutefois, les chames, mollusques très rustiques, contribuent par leur croissance à la formation de fonds favorables aux méléagrines. Ces fonds peuvent d'ailleurs être créés en ensemençant les endroits formés uniquement de vase et de sable calcaires, de coquilles mortes, de blocs de coraux ou mieux encore de fascines et de morceaux de tuile courbes.

La coquille de l'huître perlière est souvent couverte d'algues; celle des huîtres âgées est parfois entièrement couverte par les *Nullipores*, algues calcaires qui forment une croûte de un millimètre d'épaisseur.

Les halimèdes (*Halimeda opuntia* L. et *H. macroloba* Decaisne), algues vertes de la famille des Siphonées dont le thalle est incrusté de carbonate de chaux, s'attachent sur le bord de la coquille; ces algues sont surtout abondantes aux Gambier.

Les algues que l'on rencontre le plus fréquemment sur les valves des huîtres perlières sont les Caulerpes; nous avons trouvé, dans ces conditons, la *Caulerpa taxifolia* Ag. (Atitouiti,

Tokaai et Rikitea, aux Gambier), la *Caulerpa clavifera* Ag. (Rikitea et Marutea du Sud), la *Caulerpa Browni*, var. *selaginoides* (Tokaai et Marutea du Sud) et la *Caulerpa Freycineti* Ag. (Tearia, Gambier).

Les Sargasses ne se rencontrent que sur les méléagrines qui vivent dans la zone littorale, aux Gambier.

### Commensaux de l'huître perlière.

Quand on ouvre la coquille de l'huître perlière, en tranchant le muscle adducteur des valves, on trouve fréquemment un petit Crustacé (*Alpheus parvirostris* Dana), qui vit entre les lobes du manteau et les branchies; aux Tuamotu, on rencontre, dans les mêmes conditions un autre commensal appartenant au genre *Pontonia* et qui n'existe pas aux Gambier. Ces animaux ne font d'ailleurs aucun mal au mollusque et se nourrissent des particules alimentaires en suspension dans l'eau qui baigne les branchies. On trouve également, mais plus rarement, logé entre les branchies et le manteau, un petit poisson allongé, presque transparent, le *Fierasfer homei* Richardson, qui vit aussi en commensal dans les holothuries.

### Ennemis de l'huître perlière.

a) *Animaux qui attaquent la coquille.* — Un certain nombre d'animaux élisent domicile dans la substance calcaire de la coquille et causent, de ce fait, un préjudice considérable.

Les plus redoutables sont les éponges siliceuses appartenant au genre *Cliona*, qui sont très communes dans les lagons d'Océanie.

Les huîtres perlières piquées par les cliones ont la coquille percée de nombreux trous très rapprochés, mesurant $0^{mm}8$ de diamètre; quand on examine l'éponge à l'état frais, on voit que ces trous sont fermés par une papille de couleur rouge brique, ou jaune de chrome, suivant l'espèce considérée. Ces orifices mènent dans des galeries creusées dans la substance des prismes et dans la substance nacrée, galeries formées de nombreuses

chambres de 1 à 2 millimètres de diamètre, communiquant entre elles; quand la coquille est fortement piquée, les galeries pénètrent dans l'assise nacrée, et on les aperçoit par transparence à la face interne de celle-ci. La nacre piquée par les cliones est connue dans le commerce sous le nom de *nacre piquée n° 3* et sa valeur marchande est à peu près nulle. Il est à remarquer que les huîtres perlières piquées sont très fréquentes sur certains bancs nacriers, rares sur d'autres; aux îles Gambier, les bancs d'Atitouiti ou Teota, de Tearai et de Tokaerero contiennent une notable proportion de nacres piquées, tandis que celles-ci sont rares sur les bancs de Taku et de Tokaai; les huîtres perlières du lagon de Marutea du Sud, qui vivent dans les fonds de 5 à 15 mètres sont rarement piquées, bien que les cliones abondent dans toutes les coquilles mortes de tridacnes et de chames qui servent de point d'attache au byssus; celles qui vivent dans les grands fonds (15 brasses) sont plus fréquemment piquées.

L'opinion générale est que les cliones n'attaquent que les méléagrines âgées, ayant atteint leur complet développement, en sorte qu'il y aurait avantage à ne pas laisser vieillir celles-ci; nous avons toutefois trouvé, chez une huître perlière mesurant 24 millimètres de diamètre, prise à Taku (Gambier), par 20 mètres de profondeur, un trou et une galerie de clione sur le bord de la coquille, le trou mesurant 1/25 de millimètre de diamètre et la galerie un quart de millimètre; cette observation montre combien est précoce l'action de l'éponge.

Un certain nombre de mollusques creusent des galeries dans la substance de la coquille de l'huître perlière; les plus communs sont les gastrochènes et les lithophages. La présence des gastrochènes (*Gastrochæna lamellosa* Desh.) est révélée, à l'extérieur, par un orifice ovale, rétréci en son milieu, ayant sensiblement la forme d'un 8; cet orifice mène dans une galerie de même forme, qui débouche dans une chambre ovoïde dans laquelle est logé le mollusque perforateur; la galerie est d'ailleurs revêtue d'une assise calcaire très résistante, qui peut atteindre un millimètre d'épaisseur, sécrétée par la gastrochène; elle n'est pas tapissée dans l'assise nacrée de la coquille de

l'hôte. La galerie qui fait communiquer le commensal avec le dehors dépasse le plus souvent la surface de la coquille de l'huître perlière, et se continue par un petit tube calcaire dont la section a également la forme d'un 8.

D'autres mollusques, en particulier le *Malleus regulus* Forster, et les arches viennent se loger et s'attacher par un byssus au fond des galeries de gastrochènes, quand celles-ci sont mortes. D'autre part, les chames, en se fixant sur la coquille des méléagrines, bouchent souvent l'orifice des galeries des gastrochènes, en sorte que celles-ci meurent emprisonnées.

Trois espèces de lithophages (*Lithophaga teres*, *L. lævigata* et *L. cinnamomea* Lamk.) creusent des galeries dans la coquille de l'huître perlière. La présence de ces mollusques est révélée, à l'extérieur, par un trou elliptique, un peu étranglé en son milieu et qui peut atteindre 15 millimètres de longueur sur 3 de largeur, la longueur de la galerie dépassant, dans ce cas, 40 millimètres; cette galerie n'est pas tapissée comme celle des gastrochènes.

b) *Animaux qui mangent l'huître perlière.* — Un certain nombre de poissons se nourrissent de mollusques dont ils broient la coquille et s'attaquent éventuellement à l'huître perlière; parmi ces poissons, il convient de citer en premier lieu l'*Aëobatis narinari* Euphr., raie de grande taille, à queue armée de trois forts aiguillons à son origine, qui fait un trou vers le milieu de l'une des valves de la coquille et mange la chair de la méléagrine; les raies-aigles s'attaquent de préférence aux coquilles perforées par les cliones, qu'elles arrivent à briser plus facilement.

Les *Balistes* se nourrissent de siponcles, d'ascidies, d'oursins, de crabes et de mollusques; on trouve dans leur intestin le *Vermetus maximus* Reeve, la *Nassa granifera* Kiener, et surtout des Lamellibranches, Arches, Lithophages, Pernes, Gastrochènes, Limes, Tellines, Pinnes, *Cardium fragrum* L., *Modiola japonica* Dkr. var., *Margaritifera panasesae* Jam. et enfin des débris de jeunes huîtres perlières, byssus ou fragments de coquilles.

Un troisième ennemi des huîtres perlières est le *hue* des

Tahitiens (*Tetrodon leopardus* Gray), qui se nourrit surtout d'algues (corallines, halimèdes, sargasses) et de crustacés; le tube digestif d'un spécimen capturé le 29 novembre 1902 sur le banc de Tearia (îles Gambier), renfermait de nombreuses Ascidies, des fragments de coquilles de Pinne, deux Gastéropodes et des débris de coquille d'huître perlière.

Les Crabes mangent les méléagrines qui vivent dans les petits fonds et surtout les jeunes.

Les poulpes sont considérés par les plongeurs comme s'attaquant aux huîtres perlières de petite taille.

c) *Parasites de l'huître perlière.* — Les huîtres perlières pêchées sur certains bancs nacriers, aux îles Gambier (bancs de Tearia, de Tokaai, de Teota, etc.) montrent, à l'examen, de

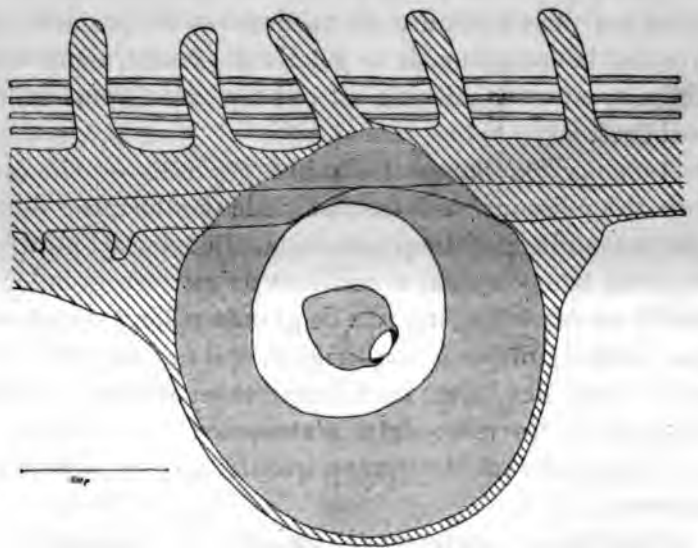


**Fig. 1. — Kyste des branchies, avec une larve de Cestode à l'intérieur. Tokaai (Gambier), 14 avril 1903.**

nombreux kystes plus ou moins volumineux dans les différentes parties du corps. Les organes les plus fréquemment atteints sont les branchies; la lame d'attache de celles-ci et les filaments branchiaux sont souvent farcis de ces kystes (Fig. 1); le cœur et surtout le ventricule, plus rarement l'oreillette, le manteau, les

régions dorsale et latéro-dorsale du corps, les palpes labiaux, le foie, la paroi de la veine branchiale, la paroi du rectum, sont les autres parties atteintes.

Ces kystes, dont le diamètre est d'environ 1 millimètre et demi, renferment à leur intérieur un petit animal, visible à l'œil nu, que l'on arrive à extraire assez facilement, en dilacérant l'enveloppe.

Cet organisme est un ver, qui continue à vivre dans l'eau de mer et se déplace au fond du verre de montre dans lequel il est placé par des mouvements de contraction et d'extension; ce ver est un scolex de cestode, que nous rapportons au genre *Tylocephalum* Linton. A l'état de contraction (Fig. 2, B et C),

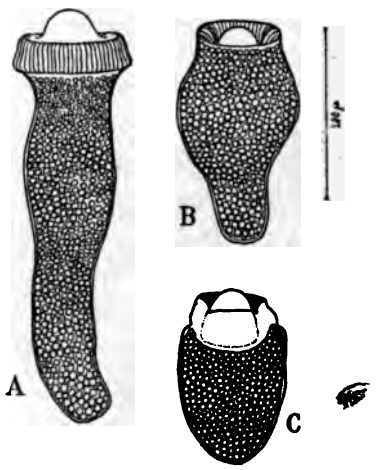



Fig. 2. — Larve de *Tylocephalum* extraite de son kyste et examinée à l'état vivant (août 1902). A, animal à l'état de complète extension; B et C l'anneau musculaire est réinvaginé.

ce scolex est ovoïde, atténué à l'une de ses extrémités et mesure 250 μ de longueur; l'extrémité la plus grosse présente un orifice arrondi, qui mène dans une cavité en forme de dé, entourée d'un anneau musculaire très net, et au fond de laquelle se trouve une petite trompe arrondie, mesurant 55 μ de diamètre à sa base; quand l'animal veut se déplacer, il dévagine toute la partie antérieure de son corps, l'anneau musculaire et la trompe sortant

entièrement (Fig. 2, A); presque aussitôt l'anneau musculaire, puis la trompe, se réinvaginent.

*Organisation interne.* — Le scolex est entouré d'une enveloppe anhyste assez épaisse; l'intérieur du corps est rempli de cellules arrondies, toutes semblables; il n'y a pas trace de différenciation interne, pas de tube digestif, ni d'organes génitaux.

Les kystes peuvent renfermer une larve de cestode, et alors ils sont *simples* et de forme arrondie, ou en renfermer plusieurs, logées chacune dans une chambre distincte, et alors ces kystes

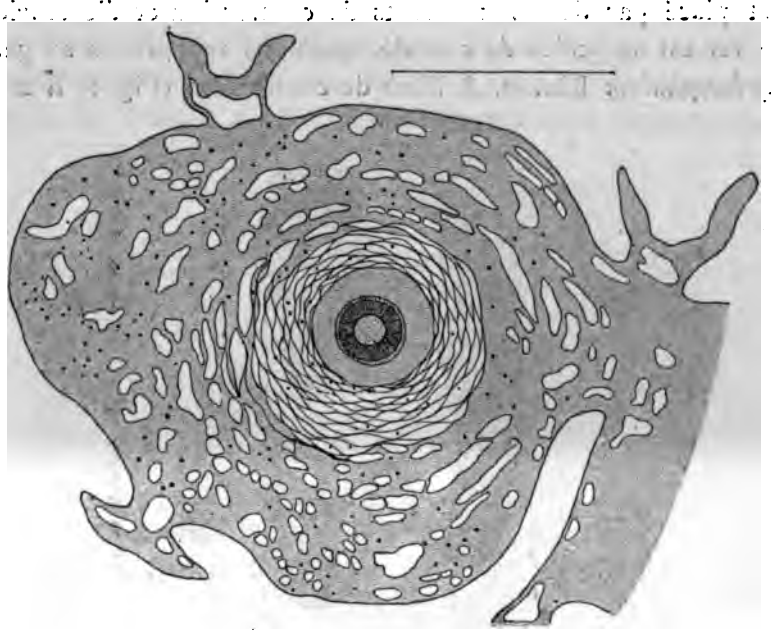


Fig. 3. — Kyste branchial, coupé transversalement. Les leucocytes, qui se colorent très vivement, sont marqués par des points noirs. (La longueur du trait servant d'échelle = 500 μ).

*multiples* affectent les formes les plus variées. Les premiers se rencontrent sur les filaments branchiaux, dans le manteau, la paroi latéro-dorsale du corps, etc.; les seconds sont très fréquents sur la lame d'attache des branchies et sur la face externe de celles-ci.

Les kystes sont sécrétés par l'huître perlière, qui réagit contre le parasite, et l'enveloppe d'une série de lamelles concentriques, de nature conjonctive; à quelque distance du centre, le

kyste est formé par un tissu œdémateux, présentant de nombreux espaces lacunaires ; la région des kystes et la région voisine sont riches en leucocytes, tandis que ceux-ci sont très rares dans les régions éloignées de la partie atteinte (Fig. 3).

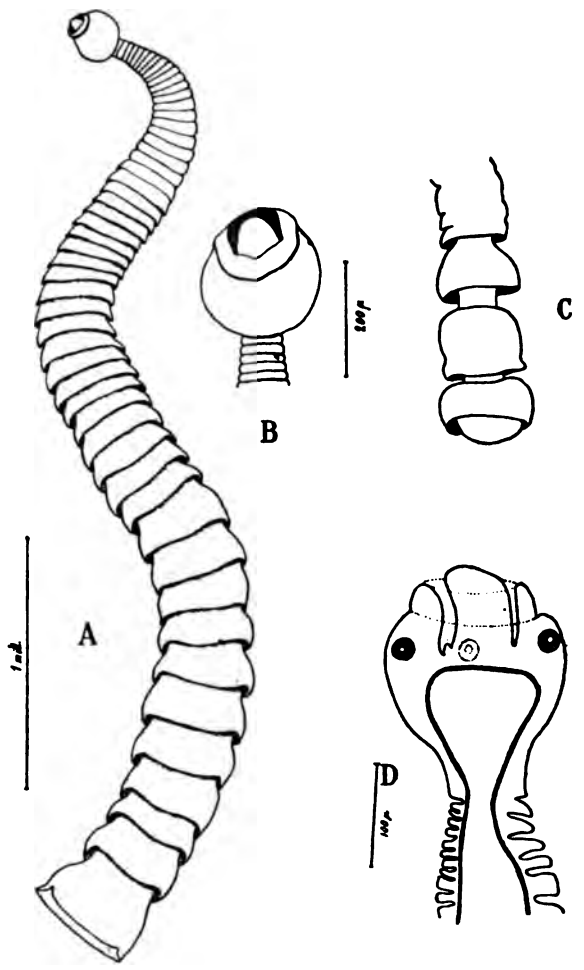



FIG. 4. — *Tylocephalum margaritiferae* Seurat. A, individu mesurant 3m 5 de longueur ; B, tête du même ; C, anneaux terminaux d'un individu long de 3m 8 ; D, tête et cou, avec les ventouses accessoires.

Les scolex restent en cet état, dans les tissus de l'huître perlière, sans que leur organisation interne se modifie, *quelle*

*que soit l'époque de l'année* à laquelle on les examine; ils ne peuvent continuer leur évolution qu'à l'intérieur d'un second hôte qui, d'après nos observations, serait la raie-aigle *(Aëtobatis narinari* Euphr.)

Dans l'intestin spiral de ce poisson, on trouve un certain nombre de Cestodes de petite taille, parmi lesquels une forme que nous considérons comme l'adulte des scolex de l'huître perlière et que nous avons décrite sous le nom de *Tylocephalum margaritiferæ.*

Ce Cestode (Fig. 4) ne dépasse pas une longueur de 4 millimètres. La tête, bien distincte, globuleuse, mesure 190 μ de longueur et 200 μ de largeur; l'extrémité antérieure présente un orifice arrondi, qui mène dans une cavité au fond de laquelle se trouve une trompe inerme, mesurant 60 μ de diamètre à sa base; l'orifice antérieur est entouré d'un anneau musculaire de 30 μ de largeur; immédiatement en arrière de celui-ci, sont quatre ventouses accessoires très petites (25 μ de diamètre, leur orifice ayant un diamètre de 6 μ) visibles seulement dans les spécimens éclaircis par l'essence de girofle ou le xylol phéniqué.

Les spécimens que nous avons examinés présentent une cinquantaine d'anneaux à section arrondie, beaucoup plus larges que longs et fortement engaînants.

Les scolex du *Tylocephalum margaritiferae* paraissent attaquer exclusivement l'huître perlière; nous ne les avons trouvés, ni dans les méléagrines à nacre jaune *(Margaritifera panasesae)*, ni dans les autres mollusques des lagons des Gambier.

Le genre *Tylocephalum* n'était représenté jusqu'ici que par une espèce, trouvée par Linton dans la valvule spirale du *Rhinoptera quadriloba* Cuv.

Les raies-aigles s'attaquent de préférence aux huîtres perlières dont la coquille est minée par les cliones; elles brisent plus facilement ces coquilles devenues fragiles, en sorte que les cliones jouent un rôle important dans la transmission du cestode parasite des méléagrines.

(1) Linton. *Notes on Entozoa of marine Fishes of New England.* Report Comm. Fish and Fisheries for 1887. Washington, 1890.

## PERLES

Les perles fines sont libres à l'intérieur des tissus; le plus fréquemment, on les trouve dans la région latéro-dorsale du corps, renfermées dans une poche entièrement close. La poche contenant la perle finit d'ailleurs par se rompre et celle-ci est expulsée au dehors.

Assez fréquemment on observe, adhérentes à la coquille, des productions nacrées qui ont la forme et l'aspect d'une perle fine; ce sont les *perles de nacre* ou *chicots*. Les perles de nacre habilement détachées de la coquille, peuvent être vendues à un prix très avantageux, mais toutefois leur valeur marchande est de beaucoup inférieure à celle des perles fines.

Tandis que la matière calcaire qui forme les perles fines est à l'état d'aragonite, celle qui forme les perles de nacre est à l'état de calcite.

### Structure des perles.

L'étude de la structure des perles se fait, de même que celle de la coquille, sur des coupes minces pratiquées à la meule; examinées en lumière polarisée, ces sections présentent le phénomène de la croix noire. D'autre part, il est nécessaire, pour étudier la structure des perles, de décalcifier celles-ci dans l'alcool additionné de quelques gouttes d'acide chlorhydrique; les perles de petite taille, en place dans les tissus, se décalcifient très bien dans le liquide de Perenyi.

La partie centrale ou *noyau* de la perle, est généralement de nature organique; ce noyau est entouré d'assises concentriques de conchyoline, c'est-à-dire de la même substance que celle qui forme l'assise externe de la coquille. La partie externe de la perle est formée d'assises concentriques très minces de calcaire, séparées par des lames de conchyoline; les lames de conchyoline sont plus serrées et plus épaisses du côté interne que sur la périphérie, où elles sont très minces. C'est à cette grande quantité de matière organique (conchyoline) que les perles doivent leur

*dureté*, qui est un des caractères permettant le mieux de déceler les imitations.

Par suite de cette structure de la perle, il est possible d'enlever les assises externes en laissant intactes les assises sous-jacentes : cette particularité est bien connue des marchands de perles qui peuvent, dans quelques cas obtenir une perle fine en enlevant les assises externes d'une perle qui n'a pas d'éclat.

### Action des acides.

*Altérations.* — Les acides attaquent les perles très rapidement, mais ne les dissolvent complètement qu'au bout de quelques jours; le vinaigre le plus fort ne les dissout que très lentement et, par suite, l'histoire de la perle dissoute dans le vinaigre par Cléopatre buvant à Antoine, son vainqueur, doit être reléguée dans le domaine des fables.

La sueur et les sécrétions acides de la peau, l'eau sale ou l'eau de savon, le jus de fruits, etc. peuvent détériorer la perle, qui se ternit et devient *vieille*, suivant le terme consacré; lorsque la perle a perdu tout son éclat, elle est dite *morte*.

On a cherché le moyen de rendre leur éclat à ces perles mortes; le procédé le plus généralement employé consiste à enlever, avec un couteau, ou à dissoudre par un acide, les enveloppes externes; on peut, en opérant ainsi, avoir la chance d'arriver sur une assise nacrée d'un bel orient. Les Californiens proposent, pour arriver au même résultat, de faire avaler la perle par une poule et de sacrifier celle-ci quelque temps après, quand les couches externes ont été dissoutes.

### Origine et mode de formation des Perles.

Le problème de l'origine et du mode de formation des perles fines a depuis longtemps excité la curiosité des naturalistes.

Les Hindous les considéraient comme résultant de gouttes de rosée tombant dans la coquille du mollusque, au moment où celui-ci venait à la surface entr'ouvrir ses valves : ces gouttes de rosée constituant le germe des perles se solidifiaient dans la suite sous l'action de la chaleur du soleil.

Cette fiction était connue de Pline et de Dioscoride, qui disent que la coquille qui produit les perles reste les valves entr'ouvertes pendant la nuit, à l'époque de sa reproduction, et que c'est alors qu'elle reçoit la goutte de rosée qui donne naissance à la perle.

Les théories émises par les naturalistes modernes peuvent être rangées en trois catégories :

1° Pour les uns, la perle est le résultat d'une excitation de la face externe du manteau due à l'introduction de corps étrangers (grains de sable, etc.) entre la coquille et la paroi du corps, ou résultant de la présence d'œufs du mollusque égarés dans cette région. On doit faire remarquer, toutefois, que les perles qui se forment dans ces conditions sont des perles de nacre et non des perles fines.

Les Chinois connaissent depuis longtemps ce fait qu'un corps étranger, introduit entre la coquille et le manteau de certains Bivalves, en particulier du *Dipsas plicatus* Leach, se recouvre au bout de quelque temps, d'une assise nacrée qui lui donne un aspect rappelant celui d'une perle; ils fabriquent des perles et des camées artificiels en glissant à la face interne de la coquille de ces grandes naïades qui vivent dans les lacs de la Chine orientale, des sphérules d'étain ou de petites figurines de Bouddha faites avec le même métal; la coquille du mollusque est ensuite découpée à la scie autour de ces productions nacrées et celles-ci, après quelques apprêts, sont vendues sur place. Les Japonais pratiquent également cet art et font produire des perles à la petite méléagrine *(Margaritifera Martensi* Dkr.) des côtes de leur pays.

Linné avait réussi à provoquer la formation des perles chez les mulettes des rivières en trépanant la coquille et en introduisant par l'orifice ainsi obtenu un petit sphérule de nacre ou autre substance; le trou de la coquille était ensuite fermé par un morceau de nacre et bien cimenté.

Le procédé a été expérimenté depuis par un certain nombre de naturalistes, sans grand succès d'ailleurs; les essais les plus récents sont ceux que M. L. Boutan a faits sur l'haliotide de nos côtes.

Cette expérience est d'ailleurs réalisée dans la nature; les cliones et les mollusques perforants percent quelquefois la coquille de leur hôte de part en part et provoquent, dans ce cas, une irritation de la surface externe du manteau, irritation qui donne lieu à une production nacrée ou chicot, dont la valeur marchande est le plus souvent très faible.

L'introduction de corps étrangers entre la coquille et le manteau, et l'excitation de la face externe de celui-ci donnent lieu, uniquement à la formation de perles de nacre et n'expliquent pas le mécanisme de la production des perles fines.

2° Certains auteurs considèrent les perles comme des concrétions calcaires analogues aux calcosphérites qui se forment, dans certains cas, chez l'homme et chez les animaux.

En 1554, Rondelet a émis l'idée que les perles étaient des concrétions se formant de la même façon que les calculs morbides se forment chez les mammifères.

Meckel, von Baer et plus récemment M. L. Diguet ont soutenu cette opinion; pour von Baer et Diguet, la perle résulte de la calcification ultérieure d'un coagulum qui se forme dans les tissus sous l'influence d'une excitation dont la cause reste à déterminer.

D'autre part, d'après Herdman et J. Hornell, qui ont étudié la formation des perles chez l'huître perlière de Ceylan *(Margaritifera vulgaris* Schum.) beaucoup des perles que l'on trouve dans les muscles (muscle-pearls) se forment autour de concrétions calcaires, de « calcosphérules », qui se produisent dans les tissus et forment des centres d'irritation.

La théorie de l'origine des perles la plus en faveur, actuellement, est celle qui tend à les considérer comme résultant de la calcification de kystes déterminés dans les tissus des mollusques par la présence d'un parasite. Cette théorie est devenue célèbre depuis les recherches du naturaliste italien de Filippi, qui en 1852, attribua la formation des perles, chez les anodontes du parc royal de Racconigi, près de Turin, à la présence de larves d'un trématode, le *Distomum duplicatum* von Baer.

L'origine parasitaire des perles a été soutenue par un grand nombre de naturalistes, Küchenmeister, Moebius, Kelaart, Garner et plus récemment Jameson, Hornell et Herdman, Giard et Seurat.

Garner, Raphaël Dubois et Jameson, attribuent la formation des perles, chez la moule de nos côtes *(Mytilus edulis)* à la présence d'une larve de Distome. Jameson a suivi l'évolution complète de ce parasite; les sporocystes se rencontrent dans le *Tapes decussatus* Gmel. et le Trématode pénètre à l'intérieur de la moule à l'état de cercaire sans queue; l'adulte, le *Distomum (Leucithodendrium) somateriæ* Levinsen, a été trouvé dans l'eider *(Somateria mollissima* Linné) du Groënland, et dans la macreuse *(Oidemia nigra* L.) de Bridlington Bay et de l'estuaire de la Villaine; les habitants du Morbihan appellent cette dernière « cane moulière », parce qu'elle mange les moules.

Plus récemment (1903), Herdman et J. Hornell ont reconnu que la plupart des perles fines qui sont libres dans les tissus de l'huître perlière de Ceylan *(Margaritifera vulgaris* Jameson) contiennent les restes d'un Cestode, le *Tetrarhynchus unionifactor*.

Pendant notre séjour aux îles Gambier (1902-1904) nous avons pu constater que le *Tylocephalum margaritiferae* joue un rôle important dans la production des perles fines chez l'huître perlière à bord noir *(Margaritifera margaritifera* var. *Cumingi)*.

Les kystes qui se forment dans la région latéro-dorsale du corps autour de ce parasite constituent des noyaux autour desquels sont sécrétées les perles.

En décalcifiant des perles provenant des bancs des Gambier, nous avons trouvé, au centre, un noyau organique entouré d'assises concentriques de conchyoline, l'ensemble ayant près d'un millimètre de diamètre; le noyau lui-même est constitué par un scolex de 225 μ de longueur, dans lequel il est facile de reconnaître celui du *Tylocephalum*.

Les kystes déterminés dans les tissus par la présence de ce Cestode ont d'ailleurs toutes les formes réalisées par les perles. Il est à remarquer en outre, que les méléagrines les plus

perlifères se rencontrent dans les lagons ou bancs nacriers où les raies-aigles sont les plus communes (bancs de Tearai, de Tearia et d'Atitouiti aux Gambier, lagon de Kaukura aux Tuamotu).

La formation des perles chez la *Margaritifera panasesae* Jam. est également due à un parasite, différent de celui de l'huître perlière.

Les perles de *Margaritifera vulgaris* provenant de l'île des Pins (Nouvelle Calédonie) et de Nossi-Bé (Madagascar) ont également comme noyau formateur des larves de Cestodes, dont nous faisons actuellement l'étude.

La théorie de l'origine parasitaire des perles fines a pris, comme on le voit par ce rapide exposé, une place prépondérante; elle explique d'une façon très simple le mécanisme de la formation de celles-ci.

Les recherches que nous avons entreprises sont susceptibles de donner des indications utiles pour la résolution du problème si intéressant, pour l'avenir de nos Colonies du Pacifique, de la production forcée des perles fines.

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
N° 76. — 30 Mai 1906.

# Cours d'Océanographie

Fondé à Paris par S. A. S. le PRINCE DE MONACO

*(Deuxième Année)*

**Conférence du 27 Janvier 1906**

## *Les Poissons électriques.*

par **P. PORTIER**

### Historique.

Dès la plus haute antiquité, les poissons électriques avaient attiré l'attention non seulement des curieux des choses de la nature, mais même des simples pêcheurs.

Les habitants des bords de la Méditerranée savaient que le contact d'une certaine Raie produit une sensation d'engourdissement, de fourmillement qu'on comparait avec assez d'exactitude à la douleur qui se produit dans le bras lorsque le nerf cubital a été atteint par un choc au niveau du coude.

Si on connaissait ce phénomène qui s'imposait à la connaissance des moins attentifs, on était par contre absolument incapable d'en comprendre le mécanisme.

Les uns croyaient que la « Torpille, lorsqu'on la touche, lance un venin qui paralyse et endort la main du pêcheur ».

Les autres pensaient que le poisson par suite de contractions

brusques produites alternativement dans un sens ou dans l'autre imprimait, à la main qui voulait le saisir, une série de chocs dont la répétition à court intervalle produisait la sensation précédemment décrite.

En somme on cherchait à rapporter le phénomène observé à un phénomène déjà connu, et comme la science électrique n'était pas encore née, il est évident que l'explication cherchée ne pouvait être trouvée.

Cependant une observation un peu attentive du phénomène avait surpris les naturalistes. On avait constaté que le *contact* de la main avec le poisson n'était pas indispensable à la production de l'action; il suffisait que la main fût placée dans le voisinage du dos du poisson pour qu'à certains moments on éprouvât la sensation particulière d'engourdissement et d'angoisse.

On avait remarqué, d'autre part, que le résultat de l'attouchement du poisson avec les corps étrangers variait beaucoup suivant la nature du corps employé. Intense avec les tiges métalliques, la sensation devenait presque nulle avec d'autres corps comme un bâton de cire.

## Nature électrique du phénomène.

Bien d'autres faits de détail ne cadraient pas avec l'hypothèse de la nature *mécanique* du choc du poisson; aussi la découverte de la bouteille de Leyde (1745) fut-elle un trait de lumière pour tous ceux qui avaient cherché la solution de la question. En admettant la nature électrique du phénomène on expliquait clairement tous les faits restés jusqu'alors incompréhensibles.

A partir de ce moment, l'étude de l'électricité animale guidée par les découvertes des physiciens fit de rapides progrès, et les phénomènes présentés par les poissons électriques furent analysés jusque dans leurs plus minutieux détails.

Les expériences établirent successivement que la décharge de la Torpille peut se transmettre à travers une chaîne d'individus isolés; que cette décharge peut dévier l'aiguille du

galvanomètre, charger les électroscopes, aimanter une aiguille placée dans une spirale conductrice, décomposer l'eau salée, porter au rouge blanc une lampe à incandescence, etc.

En un mot, l'électricité animale possède toutes les propriétés de l'électricité produite par les appareils des physiciens.

## Morphologie de l'appareil électrique.

Il nous faut maintenant examiner avec attention les organes des poissons électriques afin d'y découvrir les appareils qui possèdent cette singulière propriété de produire de l'électricité.

L'étude la plus complète de l'organe électrique a été faite sur la Torpille (Fig. 1), ou plutôt sur les Torpilles *(Torpedo osculata, nobiliana, marmorata)*, mais il existe d'autres poissons électriques chez lesquels les dispositions anatomiques des appareils sont un peu différentes; comme il arrive toujours en anatomie comparée, il y a grand avantage à poursuivre l'examen, dans toute la série de ces animaux, certains détails restés obscurs chez un des représentants du groupe s'éclairant par leur comparaison avec les organes d'une autre espèce.

Fig. 1. — *Torpedo marmorata.* (Règne animal - Cuvier).

En dehors des Torpilles qui appartiennent au groupe des Sélaciens, nous trouvons encore dans la même classe d'autres poissons cartilagineux qui présentent également des phénomènes électriques. Toutes les Raies, comme l'a montré Ch. Robin, sont dans ce cas; mais, chez elles, les manifestations de l'appareil que nous envisageons sont très atténuées, si bien que pendant longtemps on a donné à ces poissons le nom de « pseudo-électriques ».

Tels sont les principaux représentants des poissons électriques dans le milieu marin.

Dans l'eau douce, nous trouvons le *Malaptérure* de la famille

FIG. 2. — *Malapterurus electricus* Cuvier. (Règne animal).

des *Siluridés*; les auteurs le désignent souvent aussi sous le nom de *Silure*. Il habite le Nil et d'autres cours d'eau africains, en particulier les rivières du Congo. C'est un poisson qui, par sa

FIG. 3. — *Gymnotus electricus*. (D'après Biedermann).

forme générale et la présence d'appendices au voisinage de la bouche rappelle un peu notre Barbeau.

Enfin dans les cours d'eau de l'Amérique du sud et dans certains étangs vaseux de la même région, on rencontre un poisson

assez semblable à une grosse Anguille; c'est le *Gymnote* le représentant, le plus qualifié de ces animaux électriques, celui dont les décharges présentent le plus d'intensité, et sont redoutables même pour les grands animaux (Fig. 3).

Mais revenons à notre Torpille et étudions avec quelque détail son organe électrique.

Si nous enlevons la peau de la région antérieure de notre animal, nous découvrons deux gros organes réniformes dont les hiles regardent en dedans (Fig. 4). Ils s'étendent depuis les chambres branchiales qu'ils laissent en dedans jusqu'à la nageoire latérale qui borde leur côté externe. Ils sont formés de colonnettes prismatiques hexagonales accolées les unes aux autres, de sorte que leur apparence rappelle les assises du basalte (Fig. 5). Les prismes s'étendent de la face ventrale à la face dorsale du poisson; ils sont formés de lamelles superposées, empilées les unes sur les autres, ce sont les *disques électriques* (Fig. 6). Chacun d'eux est formé par une lame conjonctive surmonté d'une substance gélatineuse diffluente. Chaque disque à 16 microns d'épaisseur et la hauteur de chaque prisme est de 4 centimètres (Fig. 7) (1).

Fig. 4. - *Torpedo marmorata*. Organes électriques et leurs nerfs afférents.

Chaque organe électrique est innervé par cinq gros nerfs qui partent d'une région cérébrale spécialisée et située en avant du quatrième ventricule; on a donné le nom de *lobe électrique* à cette région.

Ces nerfs en pénétrant dans l'organe se divisent dichotomiquement un grand nombre de fois. Les dernières ramifications

(1) Les prismes de la partie externe de l'appareil sont plus courts, et leur longueur tend vers o sur le bord externe de l'appareil.

viennent s'épanouir à la *face inférieure* de chaque disque électrique. Nous verrons dans un instant la conséquence physiologique importante de ce fait anatomique.

Telle est la constitution anatomique de l'organe électrique de la Torpille. On voit qu'en somme il se compose de disques électriques empilés les uns sur les autres par groupes distincts, chaque groupe formant une colonnette de l'organe électrique.

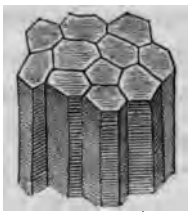


Fig. 5. — Colonnes électriques de la *Torpedo marmorata*, à demi schématique (D'après Widersheim).

Une torpille de taille moyenne renferme 160.000 disques pour chaque organe, soit 320.000 disques en tout !

L'orsqu'on examine les dessins qui représentent les prismes de l'organe électrique, deux comparaisons se présentent à l'esprit.

On est frappé de la ressemblance qui existe entre la pile de disques électriques et la « pile » des disques métalliques de Volta. Et nous verrons que l'exactitude de cette comparaison s'affirme à mesure qu'on pénètre plus avant dans l'analyse des détails anatomiques et du fonctionnement physiologique de l'appareil.

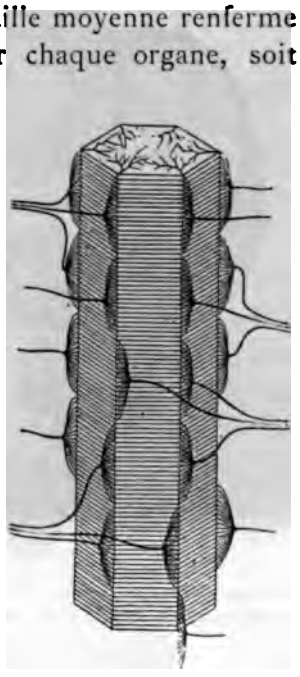


Fig. 6. — Dessin schématique d'une colonnette isolée de l'organe électrique de la Torpille avec les nerfs afférents. (D'après G. Fritsch).

L'autre comparaison est celle qu'on peut faire entre la colonnette électrique et le faisceau du muscle strié. Retenons encore cette ressemblance qui, nous le verrons, n'est pas fortuite.

Chez le *Silure*, l'organe électrique est aussi formé de prismes hexagonaux, mais ici, ils sont disposés longitudinalement; ils forment aux organes internes une sorte d'enveloppe qui est elle-même recouverte par la peau.

Chez le *Gymnote* (Fig. 8) les prismes sont aussi disposés longitudinalement à la face inférieure de l'animal; ils sont répartis en deux groupes ainsi qu'on peut le voir sur la figure ci-contre (Fig. 10). Dans les grands individus, la longueur totale de l'organe atteint 80 centimètres (Fig. 9 et 10).

## Développement de l'organe électrique.

Lorsque l'on suit le développement de l'organe électrique, on voit qu'il apparaît sous forme d'un muscle strié typique qui possède toutes les propriétés de ce tissu, en particulier la contractilité (Fig. 11).

Mais à mesure que le poisson atteint un stade plus avancé,

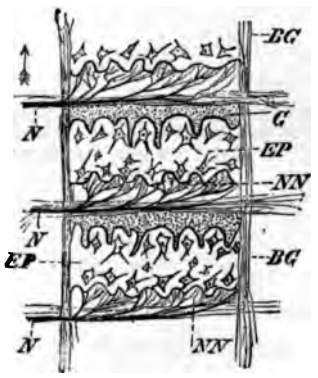



Fig. 7. — Coupe à travers les loges de l'organe électrique. Fort grossissement, à demi schématique. — *BG*, charpente conjonctive; *EP*, plaques électriques; *N. NN*, nerfs électriques se distribuant sur la face postérieure ou inférieure de chaque loge; *C*, tissu gélatineux. La flèche indique la direction postéro-antérieure ou ventro-dorsale. (D'après Wiedresheim).

l'appareil se transforme et prend peu à peu la structure que nous avons décrite. Parallèlement, les propriétés physiologiques se modifient; la contractilité s'atténue, finit par disparaître en même temps que se développent les phénomènes d'électricité (Fig. 12).

Nous voyons donc que l'embryologie nous enseigne que

l'organe électrique n'est autre chose qu'un muscle modifié; l'analyse méthodique du fonctionnement de l'appareil nous conduira à une conclusion identique.

## Etude physique et physiologique de l'organe électrique.

1° *Sens du courant.* — Réunissons par des conducteurs métalliques les faces supérieure et inférieure de la Torpille et intercalons un galvanomètre dans le circuit ainsi formé; au moment où nous provoquerons la décharge par une excitation convenable de l'animal, nous constaterons une forte déviation de l'aiguille du galvanomètre qui nous indiquera que *dans le circuit extérieur* le flux électrique se déplace de la face dorsale de l'animal à sa face ventrale (Fig. 13).

Si nous reprenons notre comparaison avec la pile de Volta,

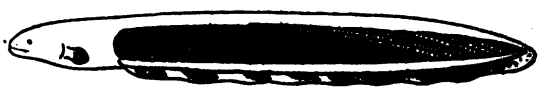


Fig. 8. — Disposition schématique de l'organe électrique du Gymnote. (D'après Biedermann - Elektrophysiologie).

nous dirons que les zones des lames électriques qui renferment les terminaisons nerveuses jouent le rôle des zincs de la pile, qu'elles sont négatives. La simple inspection de l'innervation des plaques électriques permet de prévoir le sens du courant dans l'organe et par conséquent dans le circuit extérieur.

Cette règle une fois établie, l'étude anatomique des appareils donne à penser que chez le Silure le courant est longitudinal et marche (dans le circuit extérieur) de la queue à la tête; chez le Gymnote, il marche au contraire de la tête à la queue, les zones d'innervation étant disposées en sens inverse (Fig. 14).

L'expérience décrite à propos de la Torpille et répétée sur ces nouveaux poissons permet d'établir que la loi formulée s'applique parfaitement dans le cas du Silure et du Gymnote, et que le flux se déplace bien dans le sens indiqué.

1° *Intensité de la décharge.* — M. d'Arsonval a mesuré la force électromotrice du flux de la Torpille.

Il a constaté qu'en *circuit ouvert*, cette force électromotrice est supérieure à 300 volts; en court circuit, elle atteint 8 à 17 volts avec 1 à 7 ampères. Le même expérimentateur a constaté que trois lampes à incandescence disposés en tension

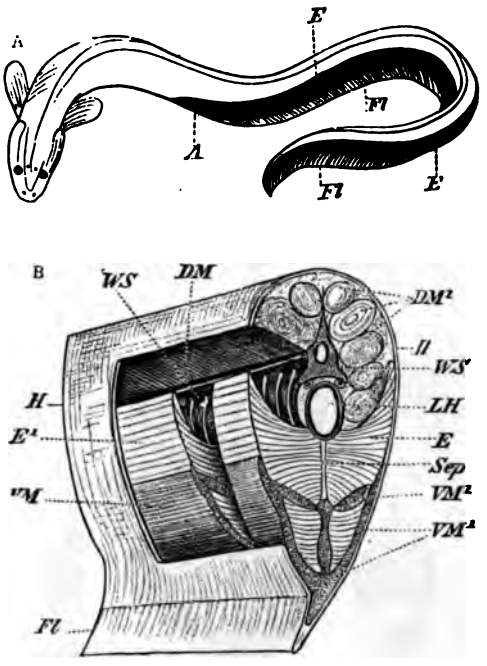



Fig. 9. — Organe electrique de *Gymnotus electricus* représenté dans toute son étendue (A) et en coupe (B). — *E*, organe électrique vu en coupe en *(E)* et de côté *(E')*; *DM*, *DM'*, moitié dorsale du grand muscle latéral du tronc; *WM*, *WM'* moitié ventrale du même muscle; *WS*, *WS'*, colonne vertébrale. — (D'après Widersheim).

pouvaient être portées au rouge blanc; qu'un tube de Geissler brillait sous l'influence de la décharge.

Le flux électrique du Gymnote, à en juger par ses effets physiologiques est infiniment plus considérable ; son voltage n'a pas été déterminé avec autant de précision; autrefois Faraday a trouvé qu'il donnait une décharge de même intensité qu'une batterie de 15 bouteilles de Leyde fortement chargées.

3° *Forme de la décharge.* — La décharge peut être provoquée par différents moyens :

*a.* Par excitation du bout périphérique d'un nerf électrique coupé.

*b.* Par excitation directe du lobe électrique.

*c.* Par excitation réflexe.

1° *Excitation du bout périphérique du nerf électrique sectionné.*

Disposons l'expérience suivant la figure ci-dessous d'après Marey (Fig. 15). Une pince métallique a sa branche supérieure appliquée sur la surface supérieure de la Torpille dans la zone correspondant à l'organe électrique et sa branche inférieure sur la surface inférieure. Cette pince est inter-

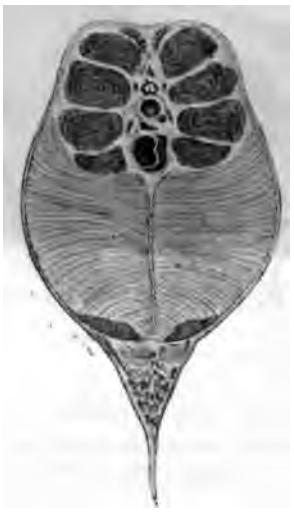


Fig. 10. — Coupe transversale du corps du Gymnote montrant l'organe électrique principal, l'organe électrique accessoire et la couche musculaire intermédiaire. (D'aprés Biedermann - Elektrophysiologie).

calée dans un circuit conducteur qui comprend également un signal de Marcel-Deprez. Ce dernier est composé essentiellement d'un électro-aimant au fer doux duquel est fixé un style léger qui peut se déplacer sur la surface d'un cylindre enduit de noir de fumée.

Le flux électrique émané de la Torpille produit une attraction de la plaque de fer doux pendant son passage dans le signal; la plaque est écartée automatiquement par le jeu d'un ressort à boudin dès que le courant cesse de passer dans le circuit. Par

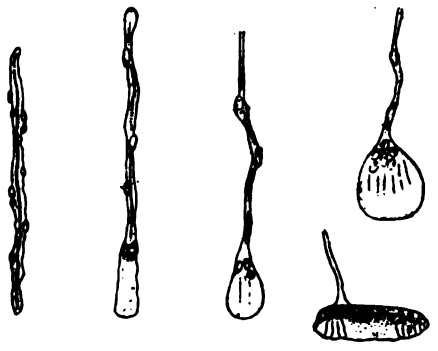


FIG. 11. — Développement de l'organe électrique de la Torpille aux dépens des faisceaux musculaires de l'embryon. (D'après Babuchin).

ce mécanisme, l'énergie électrique est donc transformée en énergie mécanique et on peut inscrire les différentes phases du phénomène.

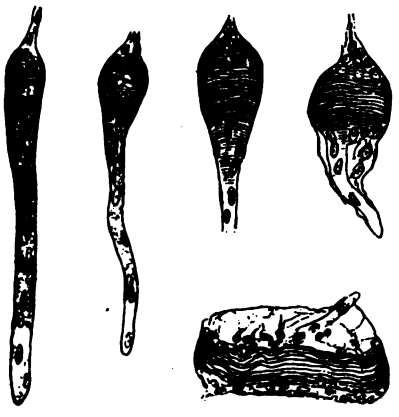


FIG. 12. — *Raja clavata.* Stades successifs du développement de l'organe électrique aux dépens des faisceaux musculaires striés. (D'après Engelmann).

Le résultat est le suivant :

Un choc d'induction agissant sur le nerf électrique produit une décharge électrique dont l'intensité augmente *brusquement*, atteint un maximum, puis décroit *lentement*.

En modifiant légèrement le dispositif représenté par la figure 15, on peut même déterminer le *temps perdu* de la décharge, c'est-à-dire l'intervalle de temps qui s'écoule entre le moment où le nerf est excité et celui où l'organe électrique commence à manifester sa réponse. Marey a trouvé $\frac{1}{100}$ de seconde pour cet intervalle ; d'autres expérimentateurs ont trouvé des valeurs plus faibles ; la durée du phénomène varie dans d'assez grandes limites suivant les conditions extérieures, notamment avec la température (Fig. 16) (1).

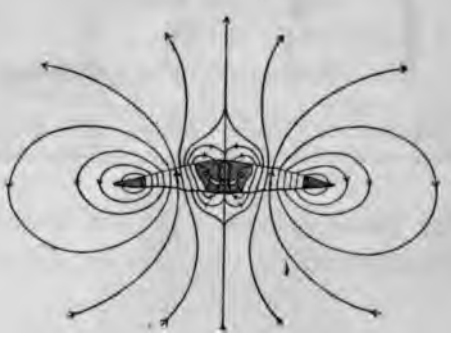


**Fig. 13. — Sens et lignes de force de la décharge de la Torpille.**

Le résultat général qui doit retenir notre attention est que la courbe qui représente le phénomène semble calquée sur celle qui représente la contraction du muscle produite par un choc d'induction.

Temps perdu de durée égale, brusque ascension, lent décroissement, nous retrouvons exactement les mêmes phases dans les deux cas.

Si nous excitons le nerf électrique non plus par une secousse d'induction unique, mais par une série de secousses induites, nous obtenons une série de décharges qui se succèdent en se fusionnant incomplètement, mais dans ce cas, on est ramené au

(1) L'interprétation du temps perdu a donné lieu à des discussions dans lesquelles nous ne pouvons entrer ici.

phénomène obtenu par l'excitatioa directe du lobe électrique, soit par l'excitation réflexe, c'est-à-dire à la décharge normale de l'appareil électrique que nous allons maintenant étudier.

## Décharge normale de la Torpille.

Un dispositif analogue au précédent a permis à Marey d'établir que la durée totale du flux électrique de la Torpille était de $\frac{23}{100}$ de seconde.

Mais ce flux n'est pas simple, il se compose de flux élémentaires qui se succèdent à des intervalles de $\frac{1}{100}$ ou $\frac{2}{100}$ de seconde,

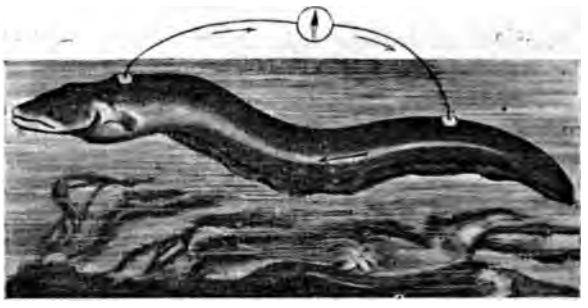


Fig. 14. Détermination, au moyen du galvanomètre, du sens du courant du Gymnote. (D'après Mendelssohn).

la durée de chaque flux étant de $\frac{6}{100}$ à $\frac{7}{100}$ de seconde. On voit donc que les flux élémentaires empiètent les uns sur les autres.

Il en résulte un courant qui est bien *continu*, mais qui *n'est pas constant;* il présente une série d'oscillations.

Nous avons vu que la décharge unique de l'appareil électrique avait tout à fait la forme de la secousse musculaire; le flux électrique normal de la Torpille peut être comparé au tétanos musculaire, ce serait un *tétanos électrique*, mais dans lequel la fusion des secousses élémentaires serait incomplète; par conséquent un *tétanos imparfait.*

Remarquons d'ailleurs que ce tétanos imparfait est très bien adapté à son but. On sait, en effet, que *les nerfs et les muscles* ne sont pas excitables par un courant continu de moyenne intensité, lorsque cette intensité reste constante ou ne varie que très progressivement; ces organes sont au contraires provoqués à une action énergique par un courant dont l'intensité varie

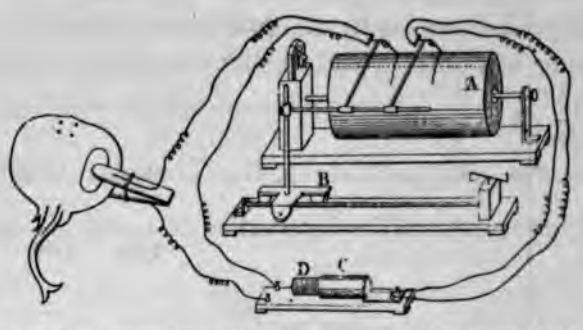



Fig. 15. — Dispositif permettant l'étude, au moyen de la méthode graphique, de la décharge électrique de la Torpille. (D'après Marey).

brusquement et à courts intervalles, par exemple par une série de décharges d'induction. Or, nous venons de le voir, ces conditions sont exactement remplies par le flux électrique de la Torpille, on conçoit donc que cette décharge exerce une action très efficace sur les ennemis ou les proies de notre Raie; c'est ce que nous montrerons dans un instant.

## Fatigue de l'organe électrique.

A mesure qu'il fonctionne, l'organe électrique s'épuise.

On peut établir ce fait en excitant à intervalles rapprochés et à maintes reprises le nerf coupé de l'organe électrique; les décharges vont en diminuant progressivement d'intensité et finissent même par devenir nulles; l'organe électrique est alors épuisé, il devra rester un certain temps en repos pour reconstituer ses réserves et être capable d'une nouvelle action.

On remarque d'ailleurs qu'il y a indépendance de fonctionnement entre les deux lobes de l'organe électrique; l'un deux

peut-être complètement épuisé alors que l'autre est capable de fournir une grande quantité d'énergie électrique.

Il existe même une autonomie relative entre les différentes zones d'une des moitié de l'appareil électrique. Il semble que

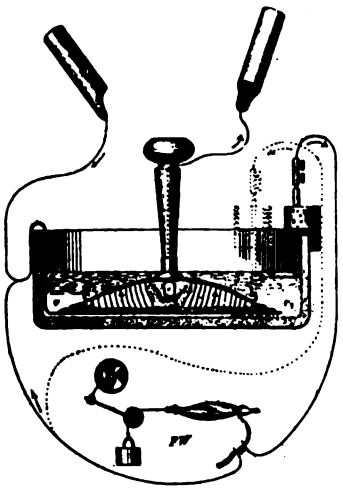



Fig. 16. — Disposition schématique de l'étude de la décharge de la Torpille. *FW*, Préparation neuro-musculaire de grenouille. (D'après du Bois-Reymond).

l'animal puisse à volonté opérer la décharge d'un groupe de colonnettes en laissant au repos les groupes voisins, c'est une question sur laquelle nous reviendrons en exposant les effets physiologiques de la décharge des poissons électriques.

## Action des agents physiques et chimiques sur l'organe électrique.

On a étudié l'influence du froid, celle de certains poisons comme la strychnine et la vératrine. Nous ne pouvons entrer dans le détail de ces expériences; qu'il nous suffise de dire que ces substances ont, sur les nerfs électriques ou sur l'organe même, une action très analogue à celle qu'ils provoquent sur les nerfs moteurs ou sur les muscles.

On a également étudié l'action du curare. On connaît les

effets remarquables de cette substance sur les muscles; on sait depuis les belles expériences de Cl. Bernard que le curare porte son action sur les dernières ramifications nerveuses dans les muscles; qu'à la suite de cette action, le nerf a perdu toute excitabilité, mais, qu'au contraire, le muscle continue à se contracter lorsque l'excitation porte directement sur lui; ce poison permet donc d'opérer une dissociation physiologique entre le muscle et son nerf; en est-il de même pour l'organe électrique?

Les expériences tentées à ce sujet, ont montré que, dans ce cas le résultat était beaucoup moins net. Avec des doses moyennes de curare, c'est-a-dire avec des doses capables de paralyser les nerfs moteurs, les nerfs électriques ne sont pas atteints, ils continuent à produire des décharges énergiques. Si on augmente sensiblement la dose, il arrive un moment où l'excitation du nerf électrique demeure inefficace, mais alors l'organe électrique lui-même ne répond plus à une excitation portée directement sur lui.

Le curare ne saurait donc servir à dissocier les fonctions de l'organe électrique de celles de ses nerfs afférents.

Cependant, ainsi que le fait remarquer Morat, on ne saurait, de ce résultat, tirer la conclusion que le nerf électrique n'est pas assimilable à un nerf moteur ni que l'organe électrique n'est pas assimilable à un organe musculaire; on connaît, en effet, dans l'organisme, des nerfs moteurs typiques qui sont encore plus que les nerfs électriques, réfractaires à l'action du curare; ce sont les nerfs cardiaques.

## Production d'électricité par les muscles normaux.

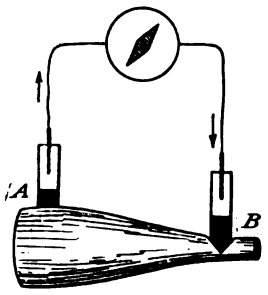
Les conclusions générales de notre étude nous amènent à concevoir une étroite parenté entre l'organe électrique et le muscle et une très grande analogie de fonctionnement entre ces deux organes. Il semble que la propriété de la contractilité appartenant au muscle soit remplacée dans l'organe électrique par la production d'électricité.

Cette élaboration d'énergie électrique est-elle donc une

propriété absolument nouvelle que rien, dans la physiologie du muscle, ne pouvait faire prévoir?

Non, cette manifestation d'énergie électrique n'est point si nouvelle qu'elle semble au premier abord. Evidemment chez les poissons électriques elle éclate avec une intensité qui force l'attention; dans le muscle au contraire, elle est faible, dissimulée; il faut savoir la mettre en évidence avec des instruments appropriés; mais elle existe comme il va être facile de nous en convaincre par l'expérience.

Prenons en effet un muscle de grenouille et isolons-le en



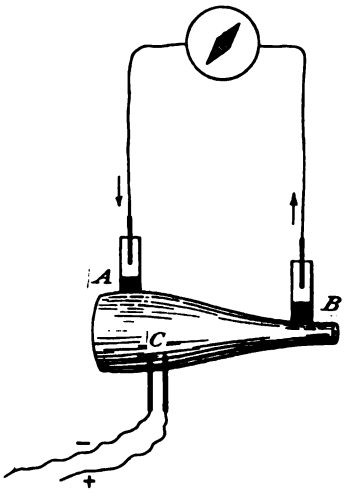




Fig. 17. Fig. 18.

Fig. 17. — Courant d'altération du muscle.
Fig. 18. — Courant électrique musculaire prenant naissance sous l'influence d'une excitation localisée.

nous efforçant de n'altérer en rien sa surface, puis réunissons par un circuit métallique dans lequel est intercalé un galvanomètre sensible, deux points de sa surface; nous aurons soin d'opérer le contact avec le muscle au moyen *d'électrodes impolarisables*, c'est-à-dire d'électrodes dont le contact avec le muscle ne soit pas capable d'engendrer de lui-même un courant. Si l'expérience a été faite dans des conditions convenables, si, en particulier la surface du muscle n'est pas altérée, le galvanomètre ne nous indiquera qu'un courant très faible ou même nul.

Répétons maintenant la même expérience en lésant un des points du muscle, en coupant par exemple le tendon ; cette fois, l'aiguille du galvanamètre sera fortement déviée, et le sens de cette déviation indique que, dans le circuit, le courant va de la partie saine A à la partie lésée B. En raison des circonstances dans lesquelles il prend naissance, ce courant a reçu le nom de *courant d'altération* (Fig. 17).

Reprenons maintenant notre *muscle intact* et appliquons de nouveau en deux de ses points deux électrodes impolarisables situées aux extrémités de fils métalliques réliés à un galvanomètre. Au moyen d'une excitation appropriée, provoquons une *contraction localisée* du tissu musculaire en un point C voisin de A. Le galvanomètre nous dira que le circuit est parcouru par un courant qui va de B en A, c'est-à-dire qui, dans le circuit métallique, se dirige toujours de la partie au repos à la partie active (1), comme il se dirigeait tout à l'heure de la partie saine à la partie lésée (Fig. 18).

En somme, les choses se passent exactement comme dans la pile où le courant se dirige, dans le circuit extérieur, du métal le moins attaqué : le cuivre, au métal le plus attaqué : le zinc ; dans le muscle comme dans la pile, l'intensité de l'action chimique, en un point considéré, paraît entraîner la *négativité* de ce point.

Ainsi le muscle, au moment de son activité est le siège d'un courant électrique qu'on peut facilement mettre en évidence puisque son intensité atteint 0,08 volts. Nous trouvons donc, dans cet organe, l'amorce d'une propriété qui sera considérablement accrue dans l'organe électrique.

Remarquons enfin que nous pouvons maintenant nous expliquer clairement la relation que nous avons constatée entre le sens du courant dans l'organe électrique et la répartition des filets nerveux dans les disques de cet organe.

(1) La contraction d'abord localisée en C se déplace ensuite progressivement le long du muscle et atteint bientôt B, à ce moment, le sens du courant est *inversé*. Le phénomène considéré dans son ensemble a reçu le nom de *variation double ou diphasique*.

Il est en effet logique de supposer que la zone de distribution de ces nerfs est la première à entrer en activité au moment de l'arrivée de l'influx nerveux, que d'autre part, ce doit être en ce point que se développent les phénomènes chimiques les plus intenses. Ce sont donc bien ces zones anatomiques qui doivent représenter les disques négatifs de la pile; nous avons vu que, chez tous les poissons électriques, l'expérience vient confirmer la théorie à ce point de vue. En particulier chez la Torpille les filets nerveux se distribuent à la partie inférieure des disques, et le courant dans le circuit extérieur va du dos au ventre de l'animal.

## Origine chimique de l'électricité animale.

Les constatations que nous venons de faire nous amènent à nous demander si l'électricité animale n'aurait pas sa source dans des transformations chimiques s'accomplissant dans l'intimité des tissus.

La réponse à cette question n'est pas douteuse, l'énergie chimique étant, dans l'organisme, la source première de toutes les autres formes de l'énergie.

Ce point intéressant a même donné lieu à des recherches que nous allons résumer rapidement.

On sait, depuis les travaux de Krukenberg, que les organes des Sélaciens sont d'une extrême richesse en urée quand on les compare aux organes similaires des autres poissons ou des autres vertébrés. Le même chimiste paraît avoir établi que c'est l'organe électrique qui est le plus riche en urée.

Partant de cette donnée, Gréhant et Jolyet se demandent si la production d'urée ne serait pas l'origine de l'énergie électrique.

Pour résoudre la question, ils coupent les nerfs d'un des organes, interrompent la circulation par ligature du cœur et excitent les nerfs coupés aboutissant à l'un des organes. Ils dosent ensuite comparativement l'urée dans chacun des deux organes.

Voici les chiffres donnés par ces expérimentateurs :

| Recherches | Organe au repos | Organe dont les nerfs ont été faradisés |
|---|---|---|
| I | 0,74 | 1,38 |
| II | 0,89 | 2,67 |
| III | 0,57 | 1,15 |

Ainsi, l'organe qui produit de l'électricité contiendrait deux à trois fois plus d'urée que celui qui est resté au repos. Il semblerait donc bien que, d'après ces recherches, on devrait conclure que la production d'électricité est liée à une transformation des matières albuminoïdes, et à la formation concomitante d'urée.

Cependant des travaux postérieurs à celui que nous venons de citer ne sont pas venus confirmer ces résultats. Röhmann, d'une part, Marcuse, d'autre part, n'ont pas constaté de formation d'urée sous l'influence du travail de l'organe électrique; ces auteurs pensent qu'il y aurait plutôt production d'un acide dont ils ne paraissent pas avoir déterminé la nature.

Cette question demande donc de nouvelles recherches. Il serait avantageux de ne pas se limiter à la Torpille, mais de s'adresser aussi à des poissons électriques n'appartenant pas à la famille des Sélaciens.

Il serait aussi fort intéressant de résoudre la question encore discutée de la présence ou de l'absence du glycogène (1) dans le tissu de l'organe électrique.

## Effets physiologiques de la décharge.

La sensation perçue au moment de la décharge donne une sensation nette de la nature oscillatoire du phénomène. Il se

(1) En quantité comparable à celle du muscle.

produit dans les muscles soumis à l'action du flux un tétanos analogue à celui qui est obtenu par la faradisation. La première décharge produit un engourdissement qui persiste pendant assez longtemps; les décharges suivantes diminuent rapidement d'intensité.

Tels sont les effets produits sur l'homme par le flux électrique de la Torpille.

Les animaux de petite taille, les poissons en particulier, ressentent bien plus vivement les effets du choc de la Raie électrique; celle-ci peut déjà à une assez grande distance les immobiliser au moyen de sa décharge; ils flottent inertes et l'animal s'en empare facilement pour les dévorer.

Les poissons électriques d'eau douce : Silure, Gymnote ont des appareils électriques beaucoup plus puissants que celui de la Torpille.

Remarquons à ce sujet, qu'il semble y avoir une relation entre la puissance de l'appareil électrique et la hauteur de la pile de disques. Ainsi, chez la Torpille, cette hauteur, dans la partie la plus épaisse de l'organe, ne dépasse guère 4 centimètres; au contraire chez le Gymnote de grande taille, elle atteint 80 centimètres.

Il y a, d'autre part, une relation évidente entre l'intensité du flux, son voltage et le milieu ambiant. Les poissons électriques marins ont un flux à potentiel plus élevé, et cela leur suffit en raison de la facilité avec laquelle le milieu marin se laisse traverser par l'électricité; l'eau de mer est en effet une véritable solution d'électrolytes qui n'oppose qu'une très-faible résistance au passage du courant.

L'eau douce, au contraire, en raison de la petite quantité de sels qu'elle tient en dissolution ne conduit pas facilement le courant; aussi voyons nous les poissons électriques d'eau douce posséder un appareil très long et à très-haut voltage.

Le Gymnote, d'après Alex. de Humboldt, est capable d'engourdir par sa décharge un cheval de taille moyenne. Le célèbre voyageur a donné une très curieuse relation de la manière dont les indiens se procurent ce poisson. Ils conduisent de force dans la mare habitée par les poissons électriques une troupe de

chevaux ; par leurs menaces et leurs cris, ils forcent ceux-ci à courir de tous côtés foulant la vase où se tiennent les Gymnotes durant le jour. Les poissons sortent bientôt de leur retraite et se mettent à nager en tous sens; dès qu'ils arrivent au contact d'un cheval, ils lancent leur décharge et si l'animal est atteint au niveau de l'abdomen ou du thorax, il n'est pas rare de le voir disparaître sous l'eau; la tétanisation des muscles respiratoires ou du cœur persiste même assez longtemps pour qu'il se noye.

Cependant par suite des décharges réitérées qu'ils doivent lancer, les appareils électriques des Gymnotes ne tardent pas à s'épuiser, ils se rapprochent des bords de la mare où on peut les capturer sans danger.

Le temps nécessaire pour que l'organe électrique arrive à réparer ses pertes est assez considérable; d'après de Humboldt, il serait au moins de 48 heures.

Disons enfin que l'observation des poissons électriques maintenus en captivité a permis de s'assurer qu'ils ont le pouvoir de proportionner leur décharge à la taille de l'animal qu'ils veulent immobiliser et à la distance qui les sépare de leur proie.

## Immunité des poissons électriques pour leur propre décharge.

Il est très remarquable de constater que les poissons électriques jouissent d'une immunité à peu près complète envers leur décharge ou de celle d'autres poissons électriques placés dans leur voisinage.

Il en est de même au sujet des sources d'électricité physique.

Ainsi, si on fait traverser l'eau d'un aquarium qui contient un Silure par un très fort courant électrique, celui-ci ne paraît nullement souffrir bien que la main plongée dans le liquide soit douloureusement impressionnée.

Il arrive cependant un moment où, en augmentant l'intensité du courant, on voit le poisson se placer perpendiculairement à l'axe de ce courant de telle manière que son corps soit traversé sous la plus faible épaisseur possible.

L'immunité de ces poissons à l'égard de l'électricité n'est pas en effet absolue, et on constate même quelques trémulations fibrillaires dans les muscles de la Torpille au moment où elle lance sa décharge.

La cause de cette immunité n'est pas déterminée avec certitude. Il semble qu'elle puisse tenir à deux causes :

Soit à la non excitabilité du système nerveux par l'agent électrique, soit à un isolement parfait des nerfs à l'égard de cet agent.

La première hypothèse est évidemment à rejeter ; on constate en effet que les nerfs des poissons électriques sont très facilement excitables par des courants induits, même de faible intensité.

Il est donc probable que l'immunité de ces poissons à l'égard de l'électricité tient à un isolement parfait des tissus et en particulier des nerfs à l'égard de l'électricité.

*En résumé,* les poissons électriques possèdent un organe qui est le siège d'une véritable sécrétion d'électricité.

Cet organe est parfaitement adapté à son but. C'est tour à tour une arme offensive ou défensive (1).

Au point de vue embryologique, comme au point de vue de son fonctionnement, cet organe n'est autre chose qu'un muscle modifié qui a perdu sa propriété de contractilité et qui a considérablement accru son pouvoir de production électrique.

(1) Cet organe se développe de bonne heure chez l'embryon, car les jeunes Torpilles extraites de l'utérus de la femelle donnent déjà des secousses très appréciables.

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
N° 77. — 5 Juin 1906.

# Cours d'Océanographie

## Fondé à Paris par S. A. S. le PRINCE DE MONACO

*(Deuxième Année)*

**Conférence du 3 Mars 1906**

## *Utilité de l'étude des courants.*

par **A. BERGET**

MESDAMES, MESSIEURS,

Dans la dernière conférence, nous avons commencé l'étude des courants marins; nous avons cherché à expliquer leur existence en remontant au phénomène même qui est leur origine, c'est-à-dire aux mouvements atmosphériques réguliers qui se font sentir au voisinage de l'équateur. Nous avons étudié plus en détail le courant qui peut servir de type à tous les autres, le courant de l'Atlantique Nord, le *Gulf-stream*. Nous allons revenir aujourd'hui sur quelques points de détail de cette question si importante; nous commencerons par examiner un phénomène qui se produit fréquemment au voisinage de l'équateur et qui est une cause secondaire, il est vrai, mais réelle de l'existence des courants marins.

Nous avons dit qu'au voisinage de l'équateur, sur la bande équatoriale, tombe une quantité de chaleur solaire capable de

vaporiser une couche d'eau de 4 mètres d'épaisseur. La quantité de pluie qui tombe sur la bande équatoriale n'étant que de 2 mètres, il reste un supplément de chaleur qui produit les vents alizés en échauffant les parties inférieures de l'atmosphère; la conséquence est le phénomène des courants.

Cette quantité supplémentaire de chaleur n'est pas employée seulement à échauffer l'atmosphère et à occasionner des mouvements dans les masses d'air qui la constituent, il se produit encore un autre phénomène. L'eau, la masse liquide qui constitue l'océan, est échauffée; elle se volatilise comme tout liquide soumis à l'action d'une source calorifique; une partie de cette masse passe à l'état de vapeur d'eau et forme des nuages qui s'élèvent dans l'atmosphère.

Examinons quel peut être le résultat de cette vaporisation. Nous sommes en présence d'une masse liquide très chaude à l'équateur, plus froide au nord et au sud; la température des eaux de la mer au voisinage de l'équateur atteint et dépasse quelquefois 30 degrés, ce dont il faut tenir compte.

On peut envisager ainsi le problème : supposez que la quantité supplémentaire de chaleur envoyée par le soleil, après avoir volatilisé la couche d'eau de pluie tombée, soit employée à vaporiser l'eau de la mer. Imaginons pour la commodité du raisonnement, un cloisonnement pouvant isoler la partie vaporisée sur la bande équatoriale des parties plus froides; au bout de l'année il se produirait un fossé de 2 mètres de profondeur tout le long de l'équateur. Si nous pouvions imposer aux phénomènes de la nature une discontinuité, si nous pouvions au bout de l'année, enlever ce cloisonnement imaginaire, les eaux du nord et du sud se précipiteraient tumultueusement en masse pour combler le fossé et rétablir l'équilibre. Mais heureusement, dans la nature, les choses ne se passent pas avec cette discontinuité : *natura non facis saltus;* le phénomène de la substitution de l'eau froide à l'eau chaude volatilisée s'opère d'une façon continue, c'est à-dire qu'à mesure que la chaleur solaire volatilise à l'équateur une quantité d'eau, immédiatement de l'eau plus froide arrive des tropiques pour combler le petit vide produit. Ainsi se produit en permanence un courant allant vers l'équateur et venant du nord et du sud.

Donc, indépendamment du mouvement amorcé par les vents alizés, nous avons un autre mouvement dû à la vaporisation des masses liquides équatoriales. Ici je rappellerai la loi fondamentale de mécanique que j'ai indiquée au début.

La terre est une sphère en mouvement, tournant sur elle-même; du fait de cette rotation tout corps en mouvement à la surface de la terre, que ce soit une molécule d'air ou une molécule d'eau, est dévié de la direction qui lui est imprimée, vers sa droite s'il est dans l'hémisphère nord, vers sa gauche s'il est dans l'hémisphère sud. Les vents alizés sont soumis à cette loi et ainsi les eaux de l'Atlantique, par exemple, sous l'action des deux causes que j'ai indiquées, reçoivent un mouvement général de l'est à l'ouest, de la côte d'Afrique vers la côte du Brésil. Ici comme d'ailleurs dans tous les grands phénomènes de la nature, tout concorde en grandeur et en direction.

La deuxième cause des courants avait paru tellement séduisante aux auteurs des théories des courants marins qu'ils l'avaient prise d'abord pour la cause principale. Il y a eu pendant la seconde moitié du XIXe siècle des discussions interminables à ce sujet. Cependant cette cause est secondaire et nous allons voir pourquoi.

L'eau de la mer, il est vrai, est vaporisée à l'équateur, mais elle est en même temps échauffée et comme tout corps échauffé elle se dilate, elle augmente de volume, c'est-à-dire qu'une même masse d'eau chaude occupe un volume plus grand qu'une même masse d'eau froide et sur une surface égale elle s'élève à une hauteur plus grande. Cela rétablit en partie l'équilibre à l'équateur. Il y a dans ce phénomène l'application de la célèbre expérience des vases communiquants dont un tube contient du mercure et l'autre de l'eau; l'eau s'élève plus haut que le mercure; la différence de densité produit la différence de hauteur. Ainsi la dénivellation de l'océan à l'équateur par rapport aux pôles sera en partie comblée par la dilatation de l'eau échauffée. L'échauffement n'est donc qu'une cause secondaire pour la production des courants.

On peut démontrer d'une autre manière que cette cause est secondaire : si elle était la cause principale, partout où elle

existerait, il devrait y avoir une génération très active de courants marins. Or, l'équateur, dans son trajet autour du globe, passe par l'archipel des îles de la Sonde où se trouvent Java, Sumatra et Bornéo; là se produit un échauffement beaucoup plus grand que dans l'Atlantique, car l'étendue des côtes par rapport à la surface liquide est très considérable et les eaux océaniques sont en contact avec des parois chaudes sur une très grande étendue; l'eau doit donc être plus chaude que dans l'Atlantique. Si l'échauffement était la principale cause productrice des courants, il devrait y avoir à ce point des courants très intenses; or on n'en observe pas. Il est donc permis de conclure que si l'échauffement est une cause productrice de courants s'ajoutant à celle des vents alizés, c'est une cause secondaire et non principale.

Nous avons étudié les courants dans les grandes mers, dans l'Atlantique, le Pacifique et l'océan Indien; nous nous sommes occupé des contre-courants équatoriaux et nous en avons donné une petite explication; il nous reste à nous demander ce que peuvent être les courants dans les régions polaires où la mer est recouverte d'une couche permanente de glaces, et de banquises. Existe-t-il des courants dans l'océan glacial Arctique? Ce problème a longtemps été considéré comme insoluble; il a été résolu d'une façon remarquable par l'illustre Nansen dans son mémorable voyage du *Fram*.

En 1878 le *New-York Herald* avait organisé un voyage d'exploration vers le pôle nord et avait envoyé un navire, la *Jeannette*, commandé par le capitaine de Long. Pris dans les glaces au nord de la Sibérie orientale, ce navire dont les conditions de résistance n'étaient pas suffisantes fut écrasé; son équipage chercha son salut dans une retraite vers la Sibérie, mais quelques hommes à peine parvinrent à échapper au désastre. Quelques années après on trouva sur les côtes du Groënland les épaves de la *Jeannette*, des morceaux de bois portant encore des effets d'habillement qui furent identifiés par les survivants de l'expédition. Ainsi ces épaves de la *Jeannette* avaient traversé, sans aucune force motrice tout l'océan Arctique; on les a retrouvées à un point diamétralement opposé par rapport au pôle,

à celui d'où ils étaient partis. Cela a fait supposer qu'ils étaient passés près du pôle.

Nansen partit de cette observation pour organiser son superbe voyage du *Fram*; il fit construire un navire dont la charpente solide était calculée de façon que la pression des glaces le fit soulever au lieu de l'écraser. Il alla se faire prendre intentionnellement à l'endroit exact où la *Jeannette* avait disparu; il passa ainsi trois hivers dans les glaces. Son calcul avait été juste; le *Fram* dériva et ne passa pas très loin du pôle; il finit par atterrir entre la terre François Joseph et le Spitzberg. Ainsi Nansen démontra, par la plus parfaite démonstration expérimentale que l'on puisse rêver, l'existence d'un courant polaire arctique qui entraîne toute la banquise en passant à peu près par le pôle, courant qui part des îles de la Nouvelle Sibérie pour se diriger vers le Groënland et le Spitzberg.

Nansen eut en outre la gloire de démontrer que dans ces régions polaires où les uns avaient supposé l'existence d'une mer libre, les autres celle d'un continent, il existait un océan très profond; cette démonstration fut faite par des sondages soigneusement pratiqués; on sait aujourd'hui qu'il existe autour du pôle des profondeurs dépassant 3000$^{m}$.

Ce courant polaire a encore pour origine le Gulf-stream. Lorsque le grand courant chaud de l'Atlantique remonte vers les côtes de la Norvége, il est dévié le long des côtes de la Laponie et il arrive jusqu'à la Nouvelle Zemble permettant la navigation à l'embouchure des grands fleuves de la Sibérie, l'Obi, l'Iénisséi et la Léna. Cette branche qui va dégeler la banquise au nord de la Sibérie est arrêtée lorsqu'elle arrive à la hauteur de l'archipel polaire du nord de l'Amérique; il faut alors qu'elle rebrousse chemin; elle ne peut le faire qu'en entraînant dans la direction des épaves de la *Jeannette* toute la banquise qui repose sur elle. Cela est encore un effet du Gulf-stream. C'est la dernière signature que le grand courant chaud appose sur la carte de l'Europe.

Il y avait aussi une cause secondaire à ce courant : le Kouro-Sivo, le grand courant du Pacifique tourne en rond dans le Pacifique comme le Gulf-stream dans l'Atlantique. Mais au lieu

de trouver une vaste issue vers le nord, comme le Gulf-stream, entre la Norvége et le Groënland, le Kouro-Sivo ne trouve qu'un passage restreint, dans le détroit de Behring, entre l'Alaska et la Sibérie. Aussi une faible partie de ses eaux chaudes passe, mais si petite que soit cette partie, elle pousse la banquise dans la direction où la pousse la partie dérivée du Gulf-stream. Par conséquent cette cause peu importante s'ajoute à la première et en augmente l'intensité.

Voilà l'origine du grand courant polaire découvert et étudié par Nansen.

Il me reste à vous dire comment on étudie les courants, comment on détermine la position, la vitesse de ces grands fleuves qui parcourent l'Océan.

L'étude expérimentale des courants se fait par des procédés différents suivant qu'on étudie les courants superficiels ou de profondeur. Pour étudier un courant superficiel, la première méthode qui se présente à l'esprit est, sur un navire parfaitement immobile, d'observer le mouvement de l'eau qui coule. Sur les mers peu profondes, quand on peut mouiller une ancre c'est chose simple : on observe le mouvement d'un flotteur le long de la coque d'un navire, ou bien on met à la traîne un petit moulinet analogue à ceux qui accompagnent les girouettes sur les observatoires météorologiques pour observer l'intensité du vent. On compte le nombre de tours que fait la petite hélice du moulinet en un temps donné et on peut en déduire la vitesse du courant observé. Mais les circonstances dans lesquelles on peut faire cette observation sont assez restreintes. En effet, on ne peut mouiller une ancre que dans une mer peu profonde. Il faut donc recourir à d'autres moyens pour les grandes profondeurs.

La première manière d'opérer résulte des méthodes mêmes de la navigation. Vous savez que pour naviguer il faut connaître tous les jours la position du navire, faire ce qu'on appelle le « point ». On détermine par des observations astronomiques la longitude, la latitude du navire chaque jour à midi; et, à l'aide de la boussole et du gouvernail, l'homme de barre dirige le navire dans la direction indiquée sur la carte. On sait ainsi

quelle est, heure par heure, la vitesse du navire, et même sur les navires à vapeur, on fait l'observation de façon continue. On sait dans quelle direction on marche. Par conséquent, après 24 heures, on trace sur la carte la ligne décrite par le navire. C'est ce qu'on appelle faire la route *à l'estime.*

L'estime peut comporter des erreurs assez considérables. Aussi, quand le ciel est clair, le lendemain à midi, le capitaine détermine de nouveau, avec soin, le point, par les méthodes astronomiques. On a un deuxième point *observé* qui ne coïncide jamais avec le point *estimé* et la position estimée déduite de la vitesse et de la direction est attribuée, avec raison, à la présence des courants marins. On estime que la déviation qu'a dû subir le navire est due à des mouvements propres de l'eau; et c'est à l'aide de cette méthode qu'ont été acquises les premières données sur les courants marins.

Cette méthode n'est pas très rigoureuse, car les erreurs de navigation à l'estime sont quelquefois considérables; ceux qui ont navigué le savent bien. Au bout de quelques jours les erreurs s'accumulent et l'incertitude peut devenir importante.

Par conséquent les données recueillies par ce moyen étaient générales, mais manquaient de précision. Pour y remédier, la première idée qui vienne est d'employer un flotteur libre. En un point déterminé de la surface de l'Océan, on jette un corps flottant, creux, bien fermé contenant des papiers sur lesquels sont inscrits les jour et heure de l'immersion, la longitude et la latitude du lieu où la bouteille a été jetée à la mer, et on l'abandonne à son sort jusqu'à ce qu'un navigateur complaisant la prenne à son bord et ait soin de noter, comme il est recommandé, l'heure, le jour où il fait la rencontre. Il est alors possible de savoir le chemin parcouru et le temps mis à le parcourir. Cette méthode n'est pas très élégante, mais elle est simple et sûre, tellement sûre, que par ordre ministériel tout navire de la marine allemande, de guerre ou du service postal, jette, tous les jours à midi, une bouteille ainsi documentée. Il serait à désirer que dans les autres marines du monde cette méthode si simple fût suivie par ordonnance ministérielle. Les ordonnances, vous le savez, ont la spécialité d'intimider; on

arriverait par cette intimidation, pour le bien de la science, à obtenir des documents supplémentaires.

Les bouteilles ne sont pas des flotteurs très visibles. Aussi les marins qui ont fait des expéditions purement scientifiques, comme le Prince de Monaco, ont lancé des flotteurs plus visibles, en particulier des barriques. Le Prince a employé deux espèces de flotteurs, des sphères de cuivre et des barriques vides, peintes en blanc et rouge. Ce sont les couleurs de la Principauté et elles ont l'avantage d'être très visibles. Les tonneaux étaient goudronnés à l'intérieur, les bondes calfatées et recouvertes de plaques de tôle clouées. Ces tonneaux étaient lestés par des gueuses de fonte de la façon suivante :

Imaginez un tonneau peint comme j'ai dit. Deux cerceaux soutenaient deux fils de fer lesquels soutenaient un bloc de fonte. Celui-ci avait un poids tel que le tonneau n'émergeait que d'une petite quantité, de façon à avoir peu de prise au vent et à permettre l'observation, non des courants atmosphériques, mais des courants marins. Après un voyage d'une certaine durée, un corps flottant est recouvert d'une quantité d'animalcules, coquilles, algues, qui finiraient par le faire couler. Mais en même temps le fil de fer se corrode lentement à l'eau de mer. Au bout d'un certain temps il se casse sous le poids de la gueuse. Alors le tonneau délesté de sa cargaison flotte de nouveau, lesté seulement par les algues et les coquillages.

C'est avec un artifice de ce genre qu'on a pu étudier les branches du Gulf-stream. Un autre système est celui du flotteur Mitchell. Il permet l'utilisation rationnelle des courants marins tout en évitant d'une manière élégante l'action exagérée du vent sur le système de flottage. Ce flotteur se compose de deux bidons de même volume. Le bidon supérieur est hermétiquement fermé et porte généralement un petit pavillon pour le rendre visible. Dans l'intérieur sont placés les feuilles de papier et documents géographiques. Le flotteur inférieur a le même volume extérieur, mais est fait comme un petit seau que l'eau remplit. Les deux systèmes sont reliés par une ligne de 5 mètres de long. Le flotteur inférieur offre toute sa surface à l'action des courants marin à la surface de la mer et à 5 mètres de

profondeur, sans rien offrir au vent, ce qui est nécessaire pour que rien ne trouble les indications océanographiques proprement dites. L'orsqu'on veut étudier avec cet appareil non plus un courant de surface, mais de profondeur, on commence par étudier, dans la région choisie, le courant de surface avec un fil de 5 mètres seulement reliant les deux récipients. Ensuite on donne au fil de jonction non plus 5 mètres, mais 200 par exemple. On constate alors que le système se déplace dans une direction différente. On combine les deux vitesses, l'une superficielle et l'autre profonde par la règle bien connue en mécanique du parallélogramme des forces et on a la direction et l'intensité des courants résultants.

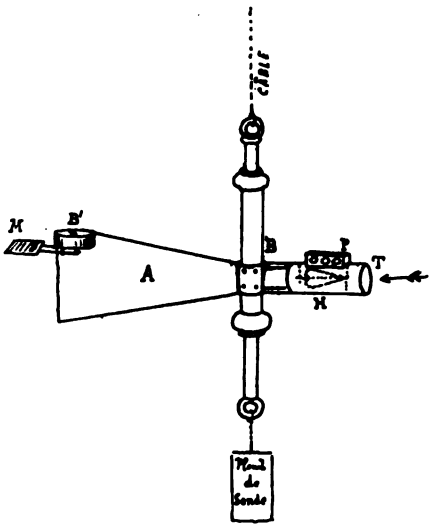



Fig. 1.

Mais, pour les courants profonds, on a un appareil encore plus ingénieux. Il a été imaginé par le physicien français Aimé et perfectionné par le navigateur anglais Pillsbury. Voici cet appareil (Fig. 1).

En haut, la ligne pointillée représente le câble par lequel on attache le système. Vous voyez représenté un tube de bronze B, traversé par un axe, avec des coussinets dans lesquels sont des billes, comme pour les mouvements de bicyclette, de façon à réduire au minimum le frottement. Sur le tube extérieur est fixée une large palette A, qui d'un côté porte une boussole B'. A l'autre extrémité est un cylindre T, ouvert par les deux bouts dans lequel l'eau pénètre. Immergez cet appareil à une certaine profondeur. Immédiatement sous l'action du courant qui agit sur ce vaste gouvernail, le système est orienté dans la direction suivie par le courant. Alors l'eau passant dans le tube agit sur

une hélice H, la fait tourner avec une vitesse d'autant plus grande que le courant est plus rapide. Une petite boîte P, contenant un compteur à trois cadrans, compte le nombre de tours fait par l'hélice pendant un temps déterminé. Mais ce n'est pas tout : il ne suffit pas que nous sachions qu'il y a un courant : il faut que nous sachions quelle est la direction de ce courant. C'est ici qu'intervient la boussole. Et c'est ici que l'appareil est surtout ingénieux. La boussole est placée au voisinage d'un levier commandé par une palette horizontal M. Quand on descend l'appareil, le mouvement de l'eau tend à soulever le levier. Quand l'appareil est au repos, arrivé à la profondeur désirée, le système se place en équilibre, la boussole prend une direction déterminée, laquelle fait un angle avec la surface du gouvernail; comme la boussole indique le nord avec une erreur connue, il suffira de fixer l'aiguille de la boussole par rapport à la direction du gouvernail pour qu'en ramenant le système à la surface on connaisse la direction du courant. Il se produit une pression sur la palette qui soulève le contact inférieur. Celui-ci est disposé de façon à commander l'arrêt de l'aiguille aimantée comme sur les boussoles de topographie. On sait donc quelle est, au fond voulu, la direction de l'aiguille aimantée. Il suffit d'observer l'angle fait entre la direction de l'appareil et la direction du nord magnétique. On connaît par conséquent la direction du courant sous-marin et sa vitesse qui est indiquée sur le compteur indicateur de la vitesse de l'hélice.

Cet appareil est très ingénieux, mais il ne peut pas servir aux très grandes profondeurs parce qu'il contient des parties délicates dont certains doivent être étanches; les petites tiges qui commandent les axes transmettant le mouvement au cadran du compteur, ne doivent pas être serrées trop fort dans les boîtes à étoupes afin de pouvoir tourner librement. Aussi l'emploi de cet appareil est-il limité à des profondeurs moyennes; pour les profondeurs plus considérables on use de l'artifice suivant dû à M. le professeur Thoulet et qui permet de déceler les vitesses les plus faibles des courants sous-marins.

Remontons à la cause première des courants. Nous avons vu que ces courants sont dûs en partie à la différence de

densité de l'eau provenant de différences de température. Prenons, dans une masse d'eau, deux points dont les températures sont différentes : immédiatement se produira un mouvement de l'eau du point le plus froid vers le point le plus chaud. C'est sur cette constatation qu'est basé le très joli mode opératoire employé dans la dernière campagne du Prince de Monaco en 1904, au voisinage des Açores.

Considérons à la surface de la mer trois points A, B, C, très éloignés les uns des autres, à des distances de 100 milles marins, par exemple. A chacun de ces points le navire opère une série de sondages. Supposons que l'on veuille connaître les courants marins existant dans la profondeur de 1000 mètres. Au point A on fait un premier sondage et à la profondeur de 1000 mètres en A' on mesure la température de l'eau et sa densité. Au point B on cherche par des tâtonnements, par des sondages successifs, à quelle profondeur il faut se placer pour avoir un point $\beta$ où la température et la densité de l'eau soient les mêmes qu'en A'; s'il existe un courant, la profondeur sera différente, ce sera, par exemple, 1050 mètres. On opère de même au point C pour déterminer un point $\gamma$. Le plan qui passe par ces trois points n'est pas horizontal; si donc un mouvement se produit il se produira suivant la ligne de plus grande pente. Par un calcul trigonométrique on trouve l'inclinaison, d'où l'on peut déduire l'intensité du courant auquel cette inclinaison a donné naissance.

Il nous reste maintenant une dernière question à traiter, il nous reste à nous demander à quoi sert cette étude si minutieuse des courants marins et pourquoi on se donne tant de peine pour déterminer leur direction et leur intensité.

Cette étude est des plus importantes, non seulement au point de vue de l'océanographie, mais encore au point de vue de la vie générale sur le globe; pour la pêche en particulier elle est de toute nécessité; car ce sont les courants chauds qui véhiculent en grande quantité ce qui peut servir de nourriture à certaines espèces de poissons. Si l'on connaît les courants, on peut déterminer à quels endroits se trouvera la morue, la sardine, le hareng, et ainsi cette étude pourra éviter des crises

terribles comme celle qui s'est produite il y a trois ans en Bretagne où la disparition, en certains points, de la sardine, a amené la misère.

Les courants chauds sont encore un des facteurs du développement des polypiers et des coraux; en transportant sur certains points ces petits animaux qui construisent des îles, les courants peuvent contribuer à modifier la forme des continents. En outre les courants chauds peuvent apporter, dans ces îles, des graines; des expériences récentes faites dans la Méditerranée et dans la mer du Nord ont prouvé que certaines graines pouvaient séjourner très longtemps dans l'eau de mer sans perdre leur pouvoir germinatoire. Ainsi le courant qui a transporté les éléments constructeurs peut encore apporter les éléments végétaux pour en peupler la surface.

Une autre conséquence plus importante des courants est l'action qu'ils exercent sur la climatologie continentale. Considérons les courants océaniques. Vous savez qu'il existe des centres de haute pression autour desquels se meuvent d'un côté le Gulf-stream, de l'autre le Kouro-Sivo dont les courants sont en sens inverse. Le Gulf-stream qui passe dans l'Atlantique amène avec lui une quantité de chaleur qui se communique à l'air qui le surmonte. Cet air se charge d'humidité et de calories. Les calories adoucissent le climat des régions sur lesquelles se dirige le courant marin, les Iles Britanniques, la France et la Norvége. Mais en même temps l'humidité produit, en particulier, dans la péninsule scandinave, des pluies abondantes qui alimentent les lacs de la Suède, de la Finlande et du nord de la Russie.

Le courant d'air qui est au-dessus du courant marin, ce que nous pouvons appeler le *Gulf-stream aérien*, n'est pas arrêté comme le courant d'eau chaude, par la barrière continentale. Après avoir condensé ses vapeurs sur la Suède, le nord de la Russie et la Finlande, toujours dévié vers sa droite par la rotation de la terre, il redescend à travers les steppes de l'Asie centrale et ferme son circuit en retournant sur l'équateur à l'état de vent chaud et humide; il a perdu toute sa chaleur en échauffant les côtes occidentales de l'Europe; il a perdu toute son humidité en formant les pluies qui alimentent les lacs de la

Russie et de la Finlande et il est devenu un vent sec et froid. Cela explique le climat sec et froid de la Russie; cela explique les déserts arides du Turkestan, de l'Arabie et du Sahara qui sont traversés par cette branche de retour du Gulf-stream aérien. Ainsi les déserts de l'ancien continent sont des conséquences directes de l'existence du Gulf-stream et étudier le Gulf-stream, (ce qui au premier abord paraît paradoxal), revient à étudier l'origine des déserts.

Ce n'est pas tout. Dans un courant d'air, la pression atmosphérique est moindre à l'intérieur du courant qu'à son voisinage. Dans une cheminée la pression est toujours moins forte qu'à l'air extérieur. Ainsi tout le long du courant d'air chaud qui chemine au-dessus du Gulf-stream se trouvent des centres de basse pression, dits *centres de bourrasques*. Par conséquent, tout le long du trajet de ce fleuve aérien sont des dépressions barométriques qui arrivent sur l'Europe occidentale et centrale. C'est pourquoi les Anglais appellent le Gulf-stream le *père des tempêtes*.

Ainsi le Gulf-stream agit sans trop d'intermédiaires, en somme, sur la climatologie de l'Europe centrale; en particulier il a pour effet de nous donner la loi suivant laquelle varie la direction des vents en Europe. Cette loi a été découverte par le physicien allemand Dove au commencement de XIX$^{e}$ siècle. Cette loi est la suivante : les changements de direction du vent s'opèrent, sauf dans des circonstances exceptionnelles, dans le sens de la rotation des aiguilles d'une montre, c'est-à-dire qu'une girouette considérée dans mouvement plusieurs jours de suite, tourne dans le sens des aiguilles d'une montre. C'est encore une conséquence directe du transport de l'air chaud par le Gulf-stream qui opère dans nos régions une rotation de gauche à droite. Cette loi énoncée par Dove a été découverte expérimentalement. Dove en a cherché la vérification non seulement dans ses longues observations personnelles, mais encore dans l'histoire; il trouve cette vérification dans des récits du moyen-âge et même de l'antiquité, en particulier dans le récit de la bataille d'Actium au cours de laquelle les historiens latins ont noté différentes directions des vents qu'ils appelaient *Eurus*, *Notus* et

*Aquilon*. Il trouve encore la vérification de cette théorie dans la Bible et jusque dans l'Ecclésiaste où les récits de certains évènements rapportent soigneusement les orientations successives des vents. Tout cela concorde à prouver qu'il s'agit d'une loi générale de l'atmosphère.

Cette loi de Dove, si intéressante, a eu ces temps derniers une vérification extraordinaire : des tentatives ont été faites pour traverser la Méditerranée en ballon. Deux années de suite, malgré la virtuosité des aéronautes, on peut le dire, car c'étaient les maîtres de l'aérostation française, les ballons partis de Palavas ont été rejetés sur la côte d'Espagne et finalement sont revenus à leur point de départ. C'était la loi de Dove qui s'appliquait de façon à frapper réellement les esprits.

Ce que fait le Gulf-stream sur l'Atlantique, en transportant une masse d'air chaud, les autres courants marins le font dans les régions qu'ils traversent. Ainsi le Kouro-Siwo détermine un courant aérien au-dessus du Pacifique nord. Dans les trois océans du sud, les trois courants chauds déterminent trois circulations analogues. Ces circuits, comme vous le voyez (Planche 1), sont presque tous séparés l'un de l'autre par des continents. Le circuit atlantique nord est séparé du circuit pacifique nord par le grand continent de l'Amérique du nord. Le circuit atlantique est séparé de l'autre branche du Pacifique par le plateau asiatique. Les deux circuits atlantique sud et de l'Océan Indien sont séparés par l'Afrique sud. Enfin les deux circuits sud atlantique et sud pacifique sont séparés par l'Amérique du sud. Ces trois circuits aériens entraînent un mouvement d'air, ce sont les vents réguliers de l'ouest à l'est qui soufflent dans les mers du sud. De même dans la région polaire, nous constatons un mouvement général de l'air de l'ouest à l'est.

Voilà donc la loi générale de la circulation de l'eau et de l'air sur la terre. Je dis générale, car cette carte météorologique n'a pas la prétention de prédire le temps qu'il fera à jour et heure fixes; il faut réserver ces prédictions aux vieux pronostiqueurs qui vaticinent dans leurs ermitages lacustres et qui annoncent les temps futurs au petit bonheur, sauf à voir leurs prédictions se réaliser quelquefois. Mais ces cartes sont celles de la circulation telle qu'elle existe au-dessus de la surface de

l'Océan, c'est-à-dire sur les trois quarts de la surface du Globe. Les courants marins expliquent même les plus grandes anomalies de la circulation générale, les terribles phénomènes atmosphériques appelés cyclones.

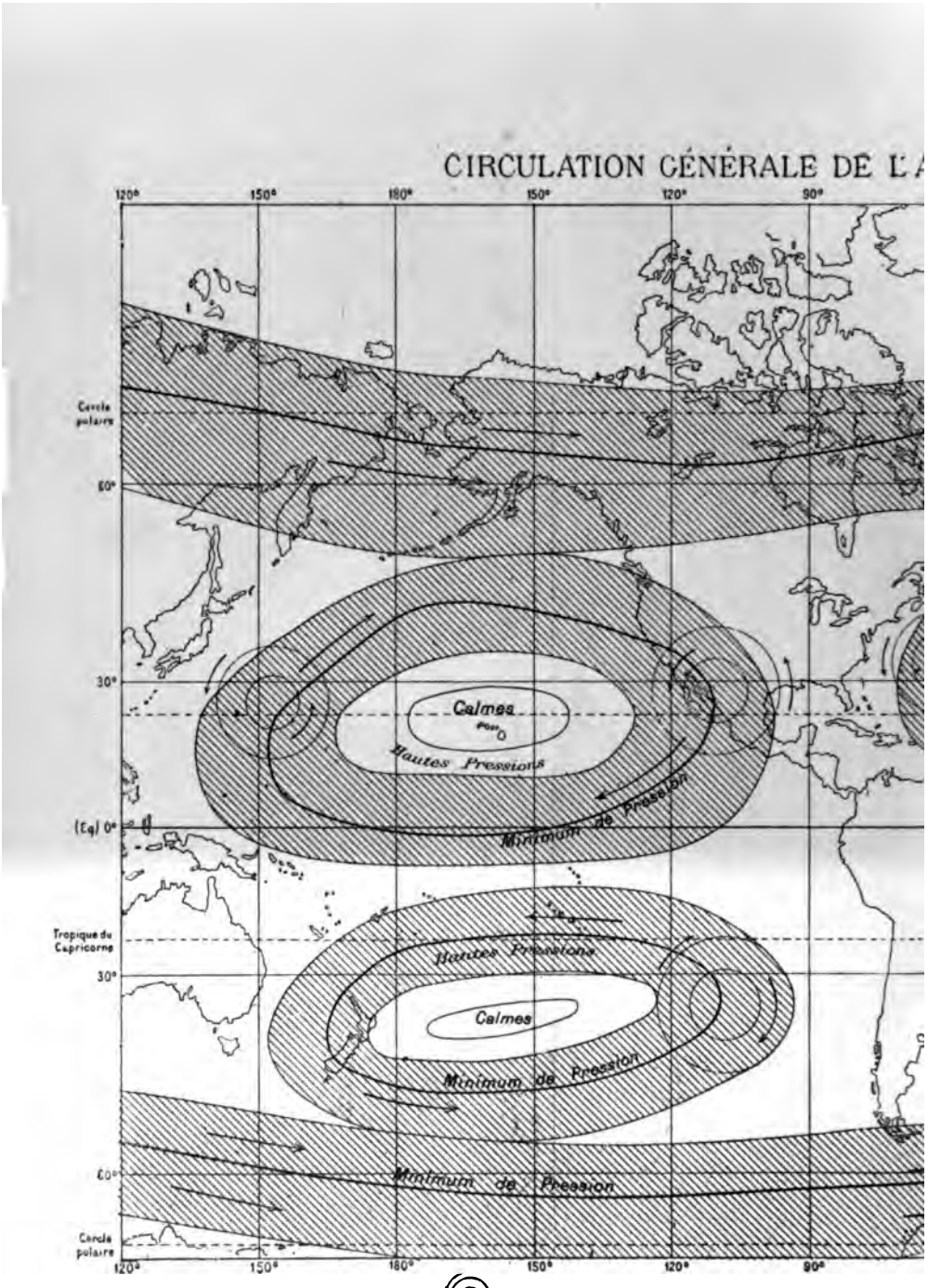
Considérez un instant le circuit atmosphérique engendré par le Gulf-stream et la circulation engendrée dans le Pacifique par le Kouro-Sivo. Ils sont séparés par le Texas et la région chaude de l'Amérique du nord. Au moment du solstice d'été, où l'échauffement de la terre est au maximum, cette région de la terre s'échauffe beaucoup plus vite que la région de la mer avoisinante. Par conséquent il y aura un mouvement ascendant d'air et une forte dépression. Sous cette influence, les masses d'air voisines vont tendre à se précipiter vers les parties où la pression est la plus faible; les masses atmosphériques vont se précipiter vers la région où la pression est plus faible. Alors les deux circuits atmosphériques engendrés par les courants marins et qui, dans les conditions ordinaires, sont séparés par l'Amérique vont se trouver en contact. L'extrémité gauche du circuit atlantique marche avec le Gulf-stream et l'extrémité droite du Pacifique a sa branche de retour dans la direction du Kouro-Sivo. Les molécules d'air cntraînées par la vitesse formeront un *couple*, comme l'on dit en Mécanique, et se mettront à tourner en sens inverse des aiguilles d'une montre. Il y a donc des causes mécaniques tendant à ce que les molécules d'air prennent un mouvement de rotation.

Ce n'est pas tout : même si ces causes n'existaient pas, le simple échauffement du sol américain suffirait à déterminer les mêmes phénomènes cycloniques, la même dépression barométrique qui détermine le mouvement de rotation des molécules d'air de la circonférence au centre. Les masses d'air situées entre les deux circuits sont donc sollicitées à tourner, non par une seule cause, mais par les deux réunies. Chacune suffirait seule à donner naissance à une tempête, à une forte dépression barométrique. La réunion des deux donne naissance à une *surtempête*, c'est-à-dire à un cyclone. On peut donc prévoir que toutes les fois que les conditions seront telles que la branche du circuit atlantique pourra venir en contact avec la branche de retour du circuit Pacifique, il y aura cyclone.

Dans quelles conditious se contact est-il possible? Quand, par suite d'une raréfaction de l'air interposé les deux masses fluides voisines tendent à se réunir, ce qui arrive quelque temps après le solstice d'été, au moment où l'échauffement est à son maximum. C'est en juillet et en août que se produisent les cyclones des Antilles. Ainsi les courants marins permettent de comprendre les phénomènes et même de les prévoir. Or un phénomène prévu est a moitié paré. Quand une tempête arrive à l'improviste, c'est un danger; quand on sait qu'elle doit se produire à une certaine époque dans une région déterminée, on « ouvre l'œil », comme disent les matelots.

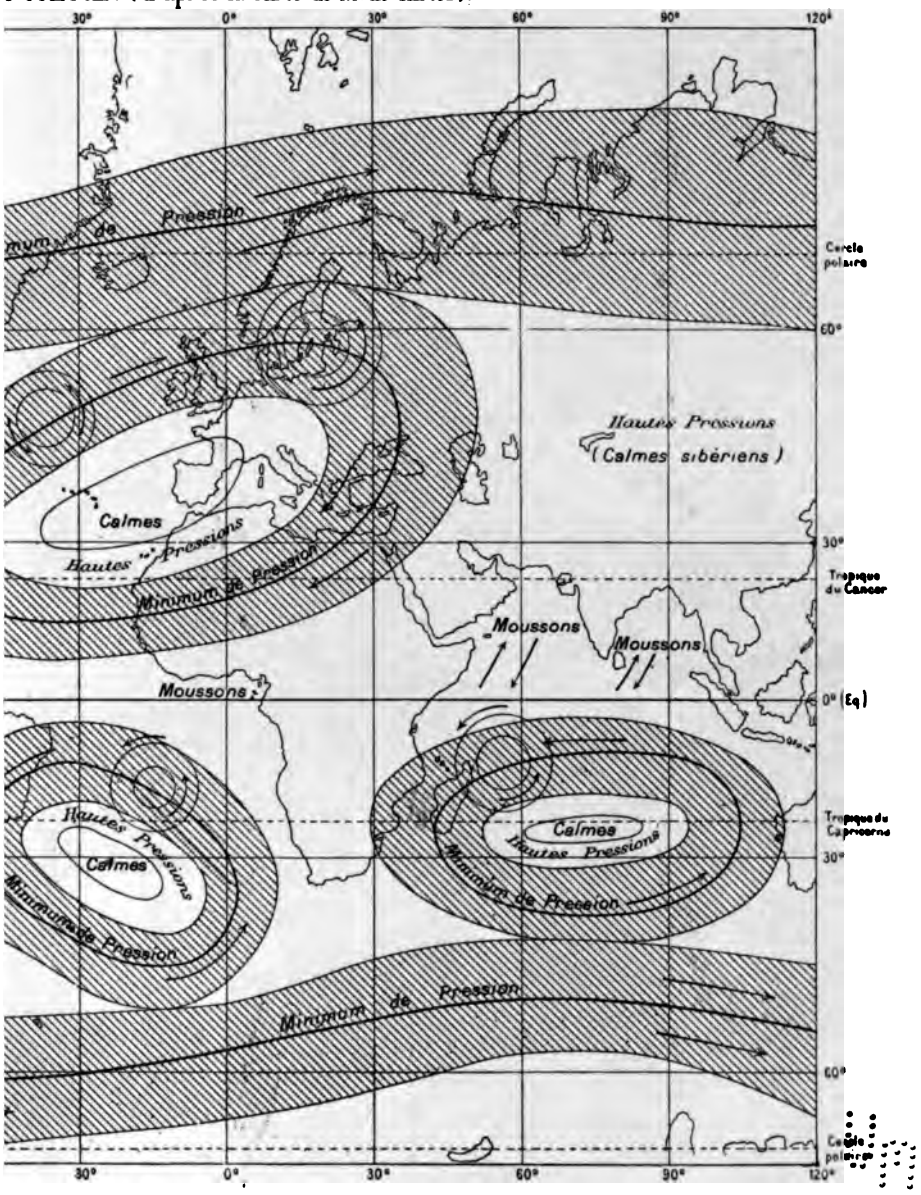
Ici se pose une difficulté que vous résoudrez vous-mêmes. Voici un cyclone qui prend naissance sur l'Amérique du nord, au Texas, au nord de la Floride. Il se produit par la rotation en sens contraire de deux circuits atmosphériques voisins. Y a-t-il uue raison pour qu'il soit entraîné au-dessus de l'Atlantique plutôt qu'au-dessus du Pacifique? Oui, et vous devinez pourquoi : la vitesse du courant est beaucoup plus forte dans l'Atlantique que dans le Pacifique : c'est dans le golfe du Mexique que le Gulf-stream prend naissance et il a une vitesse bien plus forte que la branche de retour du Kouro-Sivo qui a traversé tout le Pacifique. C'est donc le Gulf-stream qui emportera au-dessus de l'Atlantique les cyclones formés dans la mer des Antilles. Les cyclones traversent l'Atlantique en suivant le Gulf-stream et arrivent à l'état de tempête réduite sur les mers et côtes d'Europe.

Ce qui se passe pour les Antilles se passe également sur les côtes de Chine dans des conditions à peu près semblables. L'extrémité gauche du circuit formé par le Gulf-stream est séparée de l'extrémité droite du circuit du Pacifique par le plateau sibérien. Ce plateau, pendant l'hiver, est l'un des *pôles du froid* sur la terre. Mais l'été, les hauts plateaux asiatiques sont, au contraire, le centre d'un échauffemeut considérable. Par conséquent là aussi s'établissent de basses pressions barométriques; il se produira une raréfaction qui tendra a allonger la boucle atlantique et à attirer l'extrémité naissante de l'autre boucle. Ces deux boucles vont venir en contact précisément dans les mers de Chine. Donc pour les mêmes causes et à la




Dépression en mouvement dans le courant

PHÈRE. (d'après la carte de M. de Tastes).




*Flèches indiquant le sens du courant général.*

même époque, quelque temps après le solstice d'été, au moment de l'échauffement maximum de la terre, dans l'hémisphère nord, il y aura contact entre deux circuits tournant en sens inverse; il y aura cyclone. Dans les mers de Chine, on les appelle des typhons. On peut donc prévoir, comme pour les cyclones des Antilles, la date approximative, l'origine et la durée des tempêtes.

Voyons maintenant ce qui se produira dans les trois océans du sud : il y a un circuit qui tourne dans le Pacifique sud, un dans l'Atlantique sud et un dernier dans l'Océan Indien. A quelle époque l'échauffement de l'Afrique australe pourra-t-il produire l'attraction des masses d'air? Ce sera au moment de l'été dans l'Afrique australe, c'est-à-dire quand c'est l'hiver chez nous, en janvier et février. A cette époque, la pression devient très basse au-dessus de ce continent surélevé et il y a production de mouvements tourbillonnaires. C'est l'époque des cyclones qui sont portés par la partie du courant de l'Océan Indien qui passe à Madagascar et à la Réunion. Tous les ans, en janvier ou février, il se produit des cyclones caractéristiques dans le sud de l'Océan Indien, qui sont une cause dévastatrice pour ces colonies.

Pour la même raison, lorsque le continent Australien est échauffé de façon à attirer à lui, par la dépression résultant de cet échauffement le circuit du Pacifique et celui de l'Océan Indien, ceux ci se rejoignent et forment des cyclones qui sont entraînés sur le Pacifique dont le circuit l'emportera en force sur l'autre. Ainsi s'expliquent les cyclones de la Nouvelle-Zélande, de la Nouvelle-Calédonie et des îles Tuamotou. Il y a deux mois, un cyclone à presque tout détruit dans ces dernières îles.

La théorie est donc aussi sûre pour l'hémisphère austral que pour l'hémisphère boréal. Mais il est possible aussi d'expliquer pourquoi il n'y a pas de cyclones dans l'Atlantique sud ou pourquoi ils se réduisent à de fortes tempêtes. Cependant, direz-vous, il y a une boucle dans l'Atlantique sud et une autre dans le Pacifique sud; il n'y a pas de raison pour qu'elles ne se réunissent pas quelquefois comme dans les deux océans du

nord. Eh bien! si, il y a une raison : c'est la présence de la Cordillière des Andes. Les cyclones sont des phénomènes qui ne se produisent pas à une hauteur considérable dans l'atmosphère. Il est certain qu'à 2.000 mètres les mouvements cycloniques sont fort atténués sinon éteints. La Cordillière des Andes forme une immense muraille verticale, dont les sommets sont parmi les plus élevés du monde, 6000 et 7000 mètres (7120 mètres pour l'Aconcagua). Beaucoup dépassent 4000 mètres et la moyenne est supérieure à 3000 mètres. Par conséquent les deux circuits atlantique sud et pacifique sud sont séparés par cette cloison et ne peuvent se rencontrer. Il ne peut donc pas y avoir de mouvement rotatif pour les molécules d'air interposées, et, par suite, il ne saurait y avoir de cyclones dans l'Atlantique sud.

J'ai exposé brièvement les faits et tenté de vous donner une idée de l'importance considérable que peut avoir l'étude des courants marins pour l'étude de la météorologie en général. C'est d'ailleurs parce que les météorologistes négligent la météorologie nautique que la météorologie continentale progresse si peu. Il ne faut pas oublier, comme je l'ai dit dans la première conférence que les phénomènes de la nature suivent, comme ceux des corps élus, la loi des majorités. La mer recouvre 75 % de la surface du globe. Par conséquent les phénomènes aériens qui se passent sur la mer doivent diriger ceux qui se passent dans le monde entier. Quand la météorologie nautique sera complètement assise, et elle le sera par l'étude plus particulièrement des courants marins, ce jour là on étudiera avec fruit la météorologie continentale.

Vous voyez que l'Océanographie est une science non seulement d'utilité maritime, mais encore d'utilité générale. Elle intéresse même, par un réflexe inévitable, le climat auquel sont soumis des gens qui n'ont jamais vu et ne verront jamais la mer. *(Applaudissements.)*

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
N° 78. — 25 Juin 1906.

# Description des Némertiens bathypélagiques capturés au cours des dernières Campagnes du Prince de Monaco (1898-1905).

par L. JOUBIN
Professeur au Museum d'Histoire Naturelle de Paris.

Les Némertiens pélagiques actuellement connus se réduisent à un très petit nombre d'individus se rattachant à quelques espèces réparties dans quatre genres. On ne sait que très peu de choses de leur structure et de leur biologie et l'on est réduit à des suppositions, plus ou moins mal étayées de faits peu positifs, sur leurs relations avec les formes habitant le sol sous-marin. Les diagnoses des genres sont, dans ces conditions, extrêmement vagues, et il sera nécessaire de les remanier aussitôt que l'étude de nouveaux échantillons aura pu être faite.

Au cours des dernières croisières Océanographiques du Prince de Monaco, plus particulièrement en 1904 et 1905, un certain nombre de ces Némertiens bathypélagiques ont été recueillis. Sauf un cas accidentel où l'un de ces animaux fut, en 1898, pris au chalut, probablement à la remontée, tous les autres ont été capturés au moyen du grand filet en toile d'emballage inventé par le Dr Richard. C'est à l'emploi de cet appareil aussi simple qu'ingénieux qu'est dû l'accroissement subit de

nos collections et, partant, de nos connaissances sur les Némertiens bathypélagiques. Cette première note énumère les échantillons pris de cette façon; elle en montrera plutôt la variété qu'elle n'en fera connaître la structure anatomique et histologique.

Il est en effet malheureusement impossible de faire actuellement une étude complète de l'anatomie de ces animaux. La plupart d'entre eux sont représentés seulement par un seul échantillon, rarement deux; il est donc nécessaire de les conserver intacts comme types pour les collections du Musée Océanographique de Monaco; aussi ne peut-on ni les disséquer ni les transformer en coupes. Les renseignements que l'on peut obtenir de leur examen, par transparence quelquefois, plus souvent à la lumière réfléchie, sont donc très vagues, quelquefois à peu près nuls quand la peau est opaque naturellement ou par l'action des liquides conservateurs.

Il est indispensable de faire, dès le début de cette note, des réserves formelles sur les caractères que l'on peut attribuer, à chacune des espèces et sur la légitimité de leur répartition dans certains genres. J'ai cherché à les grouper le plus naturellement possible et à les rattacher aux genres créés par mes devanciers, tout en reconnaissant que ce travail préliminaire est sujet à critiques, étant donné que ces auteurs n'ont pas fait d'observations plus précises que les miennes, par suite du même manque de matériaux.

Il est à croire que, maintenant que le maniement du grand filet bathypélagique est entré dans la pratique journalière des opérations Océanographiques à bord du yacht du Prince, des matériaux nouveaux viendront accroître les collections et permettre la recherche des notions anatomiques qui font actuellement défaut, en même temps qu'ils rectifieront d'inévitables erreurs actuelles.

Quoi qu'il en soit il m'a paru intéressant de donner dès maintenant un aperçu des éléments qui composent cette collection. J'ajoute que beaucoup de ces animaux ont été dessinés vivants et représentés avec leurs couleurs à bord du yacht soit par M. Tinayre, soit par moi même. On pouvait à ce moment,

grâce à la transparence qui s'est ternie depuis, ou aux vives couleurs que présentaient certains viscères, reconnaître divers détails anatomiques que l'on ne peut plus voir aujourd'hui. Ces aquarelles ont donc une véritable valeur documentaire. J'en ai ici reproduit quelques unes en noir; elles seront données, en couleurs, dans la publication définitive.

Les Némertiens bathypélagiques actuellement connus, se réduisent au petit nombre d'espèces dont voici la liste :

1. *Pelagonemertes Rollestoni* Moseley. — Océan Pacifique (Australie sud) 3292 mètres (**7**).

2. *Pelagonemertes Moseleyi* Bürger. — Océan Pacifique (nord du Japon) de 768 à 1380 mètres (**1**).

3. *Nectonemertes mirabilis* Verrill, — Océan Atlantique Nord (Amérique) de 1062 à 3172 mètres (**9**).

4. *Nectonemertes Grimaldii* Joubin. — Océan Atlantique Nord (Açores) de 0 à 3000 mètres (**5**).

5. *Hyalonemertes Atlantica* Verrill. — Océan Atlantique Nord (Amérique) de 1510 à 2980 mètres (**9**).

6. *Planktonemertes Agassizi* Woodworth. — Océan Atlantique Nord (Amérique) de 1020 à 3392 mètres (**10**).

Ajoutons à ces six espèces une Némerte recueillie par la *Valdivia* qui a été figurée dans l'ouvrage préliminaire de Chun (**3**); elle a été nommée *Pelagonemertes* mais non décrite dans l'édition de 1903 de ce livre. Il faut enfin remarquer que *Hyalonemertes Atlantica* n'a pas été figurée par l'auteur qui n'en a donné qu'une description très succincte.

Quant au *Pelagonemertes Moseleyi* Bürger, c'est un des deux exemplaires du *Challenger* que Moseley avait confondu sous le nom de *P. Rollestoni*; Bürger a cru devoir, avec raison selon moi, les séparer; il n'appartiennent peut-être même pas au même genre, et je ne serais pas éloigné de croire que *Pelagonemertes Rollestoni* doit être rattaché au genre *Planktonemertes* Woodworth, ainsi d'ailleurs que l'espèce de la *Valdivia*. Je ne puis faire cependant que des conjectures à ce sujet puisque je n'ai pas vu les échantillons.

C'est à cette courte liste de genres et d'espèces que se réduisent actuellement les Némertiens pélagiques; on ne connaît pas

La trompe est grosse, elle paraît être à peu près aussi longue que le corps; je n'ai pu y découvrir aucune trace d'appareil stylifère. Elle est d'un rouge plus pâle que le corps.

Ayant deux échantillons à ma disposition j'ai fait des coupes dans la région céphalique de l'un d'eux. J'ai pu constater que l'orifice de la trompe et celui de la bouche sont très voisins; l'épithélium glandulaire de la bouche (Fig. 3 et 4), est extrêmement développé et fait une saillie en forme de bourrelet au dehors; un peu plus loin les parois épithéliales de l'œsophage deviennent minces (Fig. 4); les glandes ne se trouvent plus que sur le milieu des faces dorsale et ventrale, tandis que les cellules des côtés sont plates, non glandulaires, et reposent sur une lame conjonctive excessivement mince, de sorte que la paroi intestinale est très fragile.

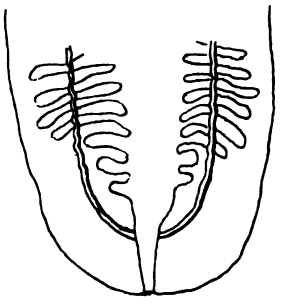


Fig. 2. — *Planktonemertes Grimaldii.* Croquis de l'extrémité postérieure pour montrer les rapports de l'intestin et du système nerveux.

L'épithélium cutané était presque entièrement desquammé de sorte qu'il ne restait plus guère que les trabécules de la lame de soutien qui donnaient à la périphérie des coupes un aspect de scie (Fig. 3).

La musculature est extrêmement réduite. C'est à peine si sur les côtés du corps on trouve une couche distincte de muscles sous la membrane amorphe sous cutanée. Sur le dos et le ventre, dans la première partie du corps, il y a des paquets de fibres longitudinales plus développés; plus bas, ils se transforment en se réunissant en une lame continue plus épaisse. Leur disposition rappelle, autant qu'on peut en juger, la musculature des Némertiens armés; mais il est difficile de l'affirmer car ces muscles sont si rudimentaires que leur morphologie et leurs rapports sont très difficiles à établir.

Le système nerveux se compose d'une grosse paire de ganglions latéraux adjacents à la gaine de la trompe (Fig. 3). Une très grosse commissure formant un collier très développé entoure ce conduit. Je n'ai pu préciser avec suffisamment de netteté s'il y

a un second collier périœsophagien. Une paire de nerfs descend de la partie dorsale des ganglions et se répand sur l'œsophage. Les coupes montrent une portion interne des ganglions fibreuse, en relation avec le collier, entourée d'une épaisse couche de cellules corticales. Il m'a été impossible de trouver sur les coupes aucune trace de l'organe sensitif spécial des Némertes; on ne voit pas davantage à l'extérieur de fossette ou de conduit cilié quelconque. Ce fait a d'ailleurs été signalé antérieurement pour une autre espèce (Verrill 9).

Les cordons nerveux latéraux partent du bas même des

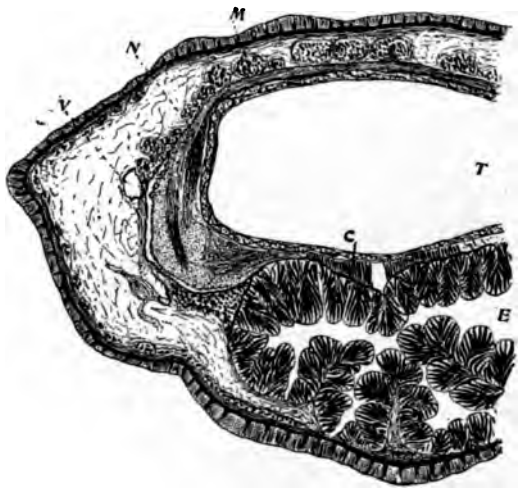



Fig. 3. — *Planktonemertes Grimaldii.* Coupe passant à travers le cerveau. *T*, gaine de la trompe; *E*, œsophage; *N*, cerveau au point d'où part la commissure; *M*, muscles dorsaux; E, l'œsophage tout près de la bouche; V, vaisseau; C, muscles sus-œsophagiens. (Grossi 65 fois).

ganglions; ils s'écartent vers les bords du corps, dont ils restent éloignés; ils ne sont pas en contact avec les téguments et sont plongés profondément dans le tissu mou et gélatineux du parenchyme; ils passent sous les culs-de-sac intestinaux ainsi qu'on le voit nettement dans la portion terminale du corps, puis se rejoignent en une boucle au-dessus du rectum. L'ensemble de cette disposition rappelle de très près les rapports des cordons nerveux avec les autres organes chez les Némertiens armés (Fig. 2).

Je n'ai pu constater, dans la paroi de la trompe, que la présence d'une musculature épaisse et très compliquée, divisée en compartiments par un réseau conjonctif très ramifié. Les épithéliums n'étaient pas suffisamment fixés pour qu'il fût possible de

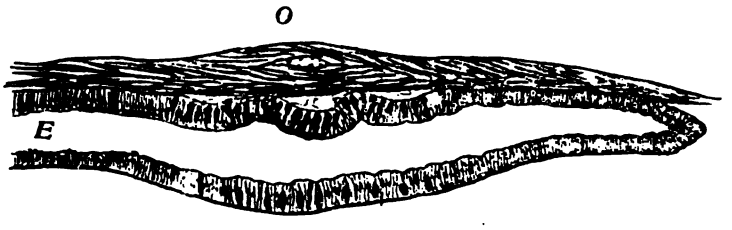



Fig. 4. — *Planktonemertes Grimaldii.* Coupe de la région œsophagienne. *E*, œsophage; *O*, vaisseau dans la paroi de la gaine de la trompe. On voit les glandes unicellulaires dans la voûte de l'œsophage, région moyenne, tandis que les bords n'en possèdent pas. (Grossi 60 fois).

les étudier. La gaine est très vaste, à parois musculaires peu épaisses, formées surtout de fibres obliques. Cette trompe manque certainement d'appareil stylifère, ce qui est en contradiction avec le reste de la structure de l'animal qui le rattache aux Némertes armées.

Fig. 5. — *Planktonemertes Grimaldii.* Une portion très grossie de l'épithélium œsophagien dorsal; une fossette montrant les cellules épithéliales avec leurs cils et les glandes unicellulaires. (Grossie 400 fois).

J'ai constaté la présence de tubes contournés, peut-être excréteurs, autour de l'origine des cordons nerveux. Je ne peux rien dire de leur structure en raison de l'absence de fixation. Il y a certainement un vaisseau dorsal et deux autres latéraux près du système nerveux; de même un vaisseau médian, *o*, se trouve entre l'intestin et la gaine de la trompe (Fig. 4) puis il pénètre dans l'épaisseur des muscles de cette gaine. Il m'a paru s'ouvrir dans la gaine, mais je ne puis l'affirmer.

Le Parenchyme, très lâche, est rempli d'une matière gélatineuse contenant des fibres musculaires et conjonctives éparses.

La préparation des coupes contracte cette matière qui est abondante, et déforme par conséquent beaucoup le contour de ces sections, surtout dans les côtés qui sont plus minces que les régions médianes.

## **Planktonemertes Alberti** n. sp.

Station 1038 (4 septembre 1898). — Lat. N., 69° 02', Long. W. 7° 29', nord de l'Islande. Chalut, 3310 mètres. Fond de vase à globigérines.

Cette espèce est représentée par un seul échantillon malheureusement en mauvais état; il est brisé en deux et déchiqueté en partie. J'ai pu rapprocher les deux fragments et profiter de ce que la peau de la tête était enlevée pour faire une dissection de cette portion du corps qui m'a montré divers points de l'organisation. N'ayant qu'un seul échantillon je n'ai pas fait de coupes. Il n'y a pas eu de note de couleur prise sur l'animal vivant; il est en trop mauvais état pour être photographié.

On remarquera qu'il a été pris au chalut. Il me paraît très probable que c'est à la remontée qu'il a été saisi par cet engin et non sur le fond, car tous ses caractères le rattachent aux Némertes bathypélagiques.

Le croquis ci-contre (Fig. 6) le représente en grandeur naturelle; la ligne brisée que l'on voit vers le tiers antérieur représente la place de la cassure de l'échantillon.

L'animal avait, tel que je l'ai examiné, 85 millimètres de long sur 27 de large dans sa portion la plus développée.

La transparence du tissu gélatineux était très grande dans les endroits où la peau avait disparu et l'on pouvait voir une partie des organes.

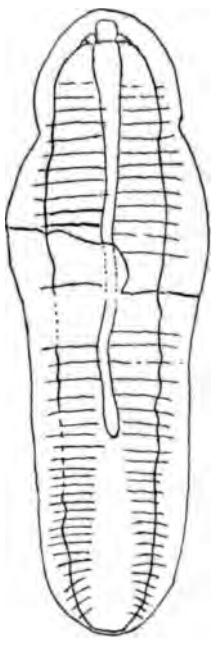


Fig. 6. - *Planktonemertes Alberti*. Croquis donnant les dimensions exactes de la bête reconstituée. (Grandeur naturelle).

En avant, la bouche et l'orifice de la trompe sont très voisins. L'œsophage a des parois excessivement minces et transparentes. Les poches latérales de l'intestin sont également très minces et difficiles à distinguer. La gaine de la trompe, qui est appliquée contre l'intestin, est beaucoup plus solide et plus opaque; elle s'étend jusqu'aux deux tiers environ de la longueur totale de l'intestin. Au-delà, celui-ci a des poches latérales plus nombreuses, de plus en plus petites et qui suivent la direction indiquée par les lignes de la figure.

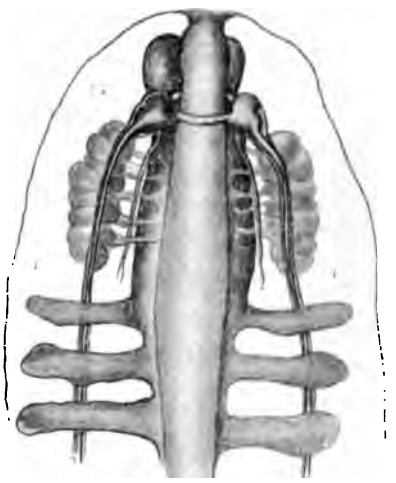


Fig. 7. — *Planktonemertes Alberti*. Dissection des organes de la région antérieure. (Grossie 3 fois environ).

Des deux côtés de l'œsophage sont des amas glandulaires reliés à la région médiane par des cloisons dont je n'ai pu reconnaître la nature; peut-être renferment-elles des conduits glandulaires (Fig. 7).

Les ganglions nerveux sont très gros ainsi que le collier qui entoure la gaine de la trompe. En arrière ils émettent les deux gros nerfs latéraux qui sont très développés, entourés d'une sorte de gaine transparente qui recouvre aussi les ganglions; deux nerfs partent en arrière des ganglions, des deux côtés de l'œsophage. Je n'ai pu reconnaître aucune trace d'organes spéciaux annexes du cerveau. La trompe avait été dévaginée et manquait.

Cette Némerte se rattache évidemment, au même genre que *Planktonemertes Grimaldii*; elle en diffère par la forme du corps et les détails qui viennent d'être signalés. Son habitat au nord de l'Islande est très intéressant à signaler.

## **Planktonemertes zonata** n. sp.

Station 2185 (29 août 1905). — Lat. N. 38° 04', Long. W. 26° 07' 30", fosse de l'Hirondelle. Filet pélagique de 0 à 3000 mètres.
Station 2244 (6 septembre 1905). — Lat. N. 37° 04', Long. W. 28° 01', banc Princesse-Alice. Filet pélagique de 0 à 3000 mètres.

Ces deux échantillons me paraissent appartenir à la même espèce. Le premier, très courbé, a 6 à 7 millimètres de long, le second a de 9 à 10 millimètres et est moins courbé (Fig. 8); il est en meilleur état et accompagné d'une note de couleur.

Fig. 8. — *Planktonemertes zonata*. L'animal vu un peu obliquement par la face ventrale. (Grossi 6 fois environ).

Sa fixation défectueuse n'a permis d'en faire que de mauvaises coupes, aussi n'ai-je que des renseignements très incomplets sur ses affinités.

La couleur de l'animal est brun foncé avec des bandes

transversales plus claires au nombre d'une dizaine, autant qu'on peut les compter sur l'aquarelle qui en a été faite. Ces bandes entourent complètement le corps mais paraissent interrompues sur le bord. Les deux échantillons conservés sont complètement décolorés.

Dans l'échantillon de la deuxième station la trompe paraît être entièrement dévaginée; on peut en mesurer 4 millimètres. Dans l'autre il y en a environ 2 millimètres sortis. On ne peut voir si il y a un appareil stylifère. L'ensemble du corps est oval, renflé en avant, plus plat et plus étroit en arrière. De chaque côté de la ligne médiane ventrale on voit 12 petites papilles en forme de court tube saillant. Dans l'échantillon dont la peau est desquamée on voit que ces papilles correspondent à des poches génitales sphériques qui sont superposées aux culs de sac intestinaux. Dans l'échantillon bien conservé les papilles sont très régulières et de même taille; dans l'autre les glandes qui y correspondent sont tantôt grosses, tantôt plus petites.

La section du corps est ovoïde presque ronde en avant, plus surbaissée en arrière.

La portion terminale transparente, ovale, pointue, est à contour plus nettement arrêté que dans le reste du corps; elle parait fonctionner comme nageoire caudale. Le bord libre de cette nageoire se continue avec celui du corps sous forme d'une crête mousse.

Les culs de sac intestinaux paraissent être peu nombreux.

Cette petite espèce par sa forme, sa coloration, la disposition de sa portion caudale et des pores génitaux diffère des deux précédentes et il me parait justifié de créer pour elle une espèce spéciale que j'appellerai *zonata*.

## **Planktonemertes Sargassicola** n. sp.

Station 2087 (9 août 1905). — Lat. N. 27° 36', Long. W. 38° 29', mer des Sargasses. Grand filet bathypélagique de 0 à 2225 mètres.

Ce n'est qu'avec réserve que je rattache le seul échantillon de cette Némerte au genre *Planktonemertes*. Je n'ai presque aucun renseignement sur son organisation; une aquarelle en a été faite sur l'animal vivant, mais elle est trop petite pour donner aucune notion précise.

L'échantillon a 8 millimètres de long; il est conservé dans le formol où il est devenu blanc et à peu près opaque. Vivant, il était de couleur jaune-pâle dans son tiers antérieur; une bande médiane de même teinte descend jusqu'à l'extrémité caudale. Les deux côtés de la région moyenne du corps sont jaune-orangé un peu brun.

Fig. 9. — *Planktonemertes sargassicola*. L'animal vu par la face dorsale (Grossi 7 fois).

Le peu que l'on distingue à travers les téguments sont les ramifications très flexueuses de l'intestin (Fig. 9); elles diffèrent de celles des autres espèces qui sont plus régulières et plus nombreuses. Le corps est arrondi en avant et formé d'un grand lobe ovale antérieur suivi de trois lobes de plus en plus petits en arrière. Une toute petite papille antérieure correspond à l'ouverture buccale et à l'ouverture de la trompe.

## **Planktonemertes elongata**, n. sp.

Station 2022 (25 juillet 1905). — Lat. N. 34° 02', Long. W. 12° 21', banc de Seine, près Madère. Grand filet bathypélagique de 0 à 4000 mètres.

Un seul échantillon de cette Némerte a été capturé, il a environ 9 millimètres de long. Il est conservé dans le formol et assez transparent.

Il me paraît très probable que c'est un jeune; on ne peut y distinguer aucune trace de glandes génitales. Le corps, mince et plat, est arrondi en avant; il va en se rétrécissant graduellement vers l'arrière, où il se dilate légèrement pour former une sorte de nageoire peu marquée (Fig. 10). On distingue, à travers les téguments, la poche de la trompe qui occupe à peu près la moitié de la longueur du corps; les ganglions nerveux qui sont gros, suivis des nerfs latéraux ordinaires. L'intestin doit être excessivement mince, on ne distingue pas son contour, mais on voit nettement les très nombreux culs-de-sac qui en partent et qui sont si fins qu'on les prendrait plutôt pour des cloisons conjonctives.

Fig. 10. - *Planktonemertes elongata.* Croquis montrant l'animal de dos. (Grossi 7 fois environ).

Je n'ai rien pu voir de plus dans cet animal dont je n'ai pas fait de coupes, de sorte que je fais toutes mes réserves sur son attribution au genre *Planktonemertes*, d'autant plus qu'il ne me paraît pas arrivé à son état adulte.

## **Planktonemertes rhomboidalis** n. sp.

Station 2149 (20 août 1905). — Lat. N. 33° 51', Long. W. 34° 03': mer des Sargasses. Grand filet bathypélagique de 0 à 2000 mètres.

Cette espèce est représentée par un seul échantillon dont M. Tinayre a fait une aquarelle au moment de sa capture. Je donne une reproduction de ce croquis pour montrer l'aspect de l'animal à ce moment et ce qu'il est devenu depuis sa conservation dans le formol.

L'échantillon conservé a 11 millimètres de long. Je n'ai pas de renseignement sur ses dimensions quand il était vivant.

Il est remarquablement court; il a une forme rhomboidale, une courte queue mince, échancrée par l'orifice anal ce qui lui donne l'aspect d'une petite nageoire bifide (Fig. 12).

L'animal vivant était marqué au milieu de son corps, sur ses deux faces, d'une grande tache jaune-orangé marbrée, nettement limitée par les deux cordons nerveux rouge vif, très sinueux. Ils partent de deux ganglions situés tout en avant, également rouge vif et ayant l'aspect de deux yeux sur l'aquarelle de M. Tinayre. Les bords du corps sont incolores (fig. 11).

Fig. 11. - *Planktonemertes rhomboidalis.* Croquis reproduisant une aquarelle de M. Tinayre.

Sur l'animal conservé on remarque que la coloration est uniformément blanche ; le corps est opaque, sauf la queue, et un peu les marges du corps.

La contraction a fait déchirer le tégument en certains points notamment sur le dos ; par une large fissure passe une partie de la gaine de la trompe roulée et contournée; on voit assez nettement les nerfs latéraux, blancs, dont les boucles, évidemment exagérées par la contraction, font saillie sous et même à travers la peau. Çà et là on voit des glandes blanches pyriformes ; les unes sont près de la tête, les autres placées sur les bords du corps à distance régulière les unes des autres; je ne sais si ce sont des

Fig. 12. — *Planktonemertes rhomboidalis.* Photographie de l'animal. (Grossi 8 fois environ).

glandes génitales, des glandes urinaires, ou des extrémités de culs-de-sac intestinaux; peut-être y a-t-il des organes appartenant à ces divers appareils.

Le parenchyme du corps est très transparent et fort développé, ce qui donne à l'échantillon une épaisseur assez considérable et fait bomber ses deux faces ventrale et dorsale. Sur celle-ci le tégument forme une sorte de légère crête médiane d'aspect blanc.

Les ouvertures de la bouche et de la trompe sont réunies sur une sorte de petit rostre saillant entre deux bosses du tégument; les ganglions nerveux, très blancs, y sont contenus et donnent à l'ensemble l'aspect d'une petite tête blanche (Fig. 12).

On voit que, par ces détails, malgré leur peu de précision, on peut rattacher cette Némerte au même genre que les espèces précédentes.

## NECTONEMERTES Verrill

Verrill a décrit, dans le même ouvrage (9) deux genres : *Nectonemertes* et *Hyalonemertes;* il a figuré l'espèce unique du premier, mais ne l'a pas fait pour le second. Les deux genres paraissent surtout différer parce que, dans le premier, il y a des cirrhes latéraux qui manquent dans le second.

### **Nectonemertes Chavesi**, n. sp.

Station 1851 (8 septembre 1904). — Lat. N. 36° 17', Long. W. 28° 53', sud des Açores. Grand filet bathypélagique de 0 à 3000 mètres.

Je crois devoir rattacher l'unique échantillon que j'ai observé au genre *Nectonemertes* en raison des deux petits appendices latéraux et de la présence d'un bulbe dans la trompe; ces deux caractères essentiels ont été constatés par Verrill dans sa *Nectonemertes mirabilis;* mais on verra, en comparant l'espèce de l'auteur américain et la mienne, qu'elles diffèrent par de nombreux points secondaires.

L'animal a 9 millimètres et demi de long sur 3 environ de largeur maximum. La trompe qui était entièrement sortie en a environ 6.

Le corps est très transparent (Fig. 13) et montre divers

organes à l'intérieur; il se termine en arrière par une nageoire bilobée courte et mince au milieu de laquelle s'ouvre l'anus. Le corps à la forme, dans son ensemble, d'une feuille allongée. Sur ses bords, au niveau du premier cinquième environ, on voit deux tubercules courts, saillants, qui sont tout à fait caractéristiques du genre, bien qu'étant beaucoup plus petits que dans l'espèce de Verrill et dans celles dont il va être question plus loin.

Fig. 13. — *Nectonemertes Chavesi*. Photographie de l'animal vue par la face dorsale. (Grossi 7,5 fois).

Lorsque l'on examine l'animal par transparence on peut reconnaître un certain nombre de points de son organisation.

L'organe le mieux défini est la gaine de la trompe qui a un gros bulbe sphérique situé tout en avant du corps; il se termine en arrière par un long cul-de-sac conique atteignant environ la moitié de la longueur du corps. En avant, il s'ouvre par un orifice circulaire froncé d'où l'on voit sortir la trompe (Fig. 13).

La trompe se compose de plusieurs parties : une membrane d'enveloppe cylindrique, transparente; une chambre antérieure allant du bout libre au nucleus; un organe stylifère (nucleus); une chambre glandulaire postérieure cylindrique et étroite. Le point le plus intéressant à examiner est l'organe stylifère (Fig. 14). Verrill en a signalé un dans sa *Nectonemertes mirabilis*, mais la trompe étant très petite dans cette espèce, il n'a pu le décrire;

il dit seulement qu'il n'a pas trouvé de stylet, probablement parce que l'acidité de l'alcool l'a détruit.

Dans *N. Chavesi* le bulbe stylifère est bien mieux marqué; il est intercalé entre les deux chambres glandulaires; il est très musculaire, renferme un conduit qui fait communiquer la chambre antérieure avec la chambre postérieure. De plus, on y trouve un organe brun ayant la forme d'un petit bouclier, échancré au sommet comme pour y insérer le stylet habituel des Némertiens armés; mais, comme Verrill, je n'ai pas pu y trouver de stylet malgré le soin que j'ai mis à le rechercher. Je ne puis croire qu'il existe un manche à stylet sans la lame et je suis réduit à supposer que c'est le formol qui l'a fait disparaître. Je donne une figure de cet organe tel que je l'ai dessiné par transparence (Fig. 14). Les traits et les ombres pourraient faire croire à la présence d'un petit stylet dans l'échancrure supérieure du manche; mais c'est une simple apparence.

Fig. 14. — *Nectonemertes Chavesi*. Bulbe de la trompe. (Grossi 60 fois).

Le cerveau est gros; ses deux ganglions, très écartés l'un de l'autre, par suite de la grosseur de la poche de la trompe, sont réunis par une très forte commissure. Des deux côtés du cerveau, deux petites glandules en rosette viennent effleurer la peau; je n'ai pas vu de nerf y aboutir, je ne puis dire si ce sont des organes ayant un rapport avec les organes sensitifs et glandulaires des Némertiens non pélagiques. Il en est de même pour les deux tubercules marginaux dans lesquels je n'ai pas distingué de nerfs particuliers. Les deux grands cordons nerveux latéraux ont leur allure ordinaire : ils descendent jusqu'au-dessus du rectum en passant sous les culs-de-sac intestinaux.

Le tube digestif, à parois très minces, est pourvu de nombreux appendices qui commencent dès le niveau des ganglions nerveux, Ils ont la forme de massues très développées au premier tiers du corps.

De l'ensemble de ces caractères il me semble justifié de rattacher cette espèce au genre *Nectonemertes* de Verrill puisqu'elle

possède de très courts cirrhes, réduits plutôt à des tubercules. A part ce caractère le reste de l'organisation se rattache plutôt à *Hyalonemertes* Verrill. Il est impossible de dire actuellement, surtout à cause du manque de figures dans l'ouvrage de Verrill et par ce que la rareté des échantillons a empêché aussi bien Verrill que moi-même d'en faire des coupes, si les deux genres doivent être réunis. En tous cas mon espèce ayant des cirrhes latéraux rudimentaires fait peut-être la transition entre les deux genres. Il est probable que les captures ultérieures fixeront ce point; il sera peut-être nécessaire de réunir les genres *Hyalonemertes* et *Nectonemertes* de Verrill.

### **Nectonemertes Grimaldii** L. Joubin

Station 1849 (8 septembre 1904). — Lat. N. 36° 17', Long. W. 28° 53, sud-ouest des Açores. Grand filet bathypélagique de 0 à 3000 mètres.

Je n'insiste pas sur cette Némerte dont j'ai donné une description dans le Bulletin n° 20 en novembre 1904. Je tiens seulement à en donner une nouvelle figure (Fig. 15) car, par suite d'un accident, celles qui sont contenues dans ma note sont très mauvaises.

On remarquera que les cirrhes latéraux sont beaucoup plus longs que dans *N. Chavesi*, mais sans dépasser la longueur totale de la tête. Il est a noter aussi que le corps de l'animal est opaque, sauf la nageoire caudale; il diffère donc beaucoup du corps transparent de *N. Chavesi*. On observait sur *N. Grimaldii* un groupe serré de papilles des deux côtés de la tête; elles ont un aspect glandulaire qui correspond bien à celui que je viens de décrire chez *N. Chavesi*.

Je crois devoir faire remarquer que les cirrhes latéraux de *N. Grimaldii* sont très peu développés, ceux de *N. Chavesi* moyennement développés, tandis que ceux de la troisième espèce du genre, *N. lobata*, dont

Fig. 15. — *Nectonemertes Grimaldii*. Dessin fait d'après nature sur l'animal vivant. (Grossi 2 fois et demi).

la description suit, le sont beaucoup, se rapprochant en cela de la *N. mirabilis* Verrill.

### **Nectonemertes lobata** n. sp.

Station 2212 (2 septembre 1905). — Lat. N. 39° 26', Long. W. 31° 23' 30", autour de Flores (Açores). Grand filet bathypélagique de 0 à 1200m.

Un seul individu a été capturé; il a 5 à 6 millimètres de long; il est en mauvais état. J'en ai fait une reconstitution schématique (Fig. 16).

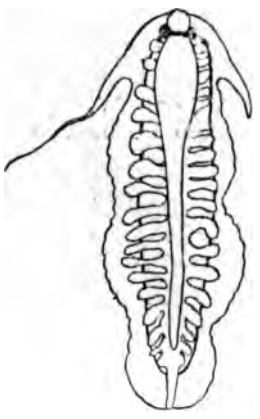


Fig. 16. — *Nectonemertes lobata*. Croquis de l'animal; schématisé. (Grossi 11 fois environ).

On peut remarquer dans cette Némerte la longueur de la gaine de la trompe qui dépasse les trois quarts du corps; l'un des appendices céphaliques est prolongé par un grand filament grêle et transparent. Celui de l'autre côté a disparu mais le cirrhe d'où il part est intact. Les bords du corps sont très minces, absolument transparents à partir du cordon nerveux; ils sont ondulés et forment de chaque côté deux grands lobes. Leur réunion en arrière constitue une nageoire arrondie, transparente et foliacée. De petites papilles très courtes font saillie autour de l'orifice buccal. Les culs de sac intestinaux sont moins nombreux que dans les espèces précédentes.

Je n'ai pas vu d'organes reproducteurs. Il est fort possible que cet animal soit un jeune d'une autre espèce.

## PELAGONEMERTES Moseley

Corps foliacé, transparent, avec une gaine de la trompe très longue; trompe sans stylet.

## **Pelagonemertes Richardi**, n. sp.

Station 2194 (30 août 1905). — Lat. N. 39° 36', Long. W. 26° 05', fosse de l'Hirondelle. Grand filet bathypélagique, de 0 à 2500 mètres.

Un seul exemplaire de cette Némerte a été capturé; M. Tinayre en a fait une aquarelle qu'il est utile de reproduire même en noir (Fig. 17), car la conservation dans le formol a modifié l'aspect de cette Némerte.

L'animal a actuellement 11 millimètres de long; il est un peu plus gonflé qu'à l'état frais; il devait être plus plat, plus large et plus long, et ses bords, un peu déchiquetés, montrent que les parties minces transparentes, sont assez modifiées (Fig. 18). Toute la masse intestinale et probablement génitale est devenue opaque, de sorte que c'est à grand peine que l'on distingue les contours des appendices. Une déchirure qui se trouve au milieu à peu près de la masse des viscères ventraux montre un tubercule médian sphérique qui correspond à la tache claire indiquée sur l'aquarelle de M. Tinayre (Fig. 18).

Fig. 17. — *Pelagonemertes Richardi*. Reproduction d'une aquarelle de M. Tinayre. (Grossie 4 fois environ).

Ce que l'on peut distinguer à l'intérieur de l'échantillon se réduit à ceci :

L'intestin est mince et pourvu, dans la première moitié du corps, de gros appendices latéraux courts, peu nombreux, courbés en crosse vers le dos, de façon à constituer une sorte de cage contenant la gaine de la trompe. Dans la seconde moitié du corps, les culs-de-sac intestinaux paraissent ramifiés et mélangés à des glandes pyriformes qui, peut-être, sont génitales; il est possible que ces glandes correspondent à celles que Moseley a indiqué pour *Pelagonemertes Rollestoni*, échelonnées le long d'un vaisseau tortueux. Il est très difficile de présiser car on n'aperçoit tout cela que vaguement à travers une lame musculaire rendue à demi opaque par l'action du formol.

L'orifice anal est au milieu du bord postérieur du corps; l'orifice buccal est impossible à distinguer dans la profonde échancrure des lobes antérieurs; il me paraît probable qu'il se confond avec l'ouverture de la trompe.

Le système nerveux montre deux ganglions assez gros, qui étaient rouges sur le vivant. Les deux nerfs latéraux descen-

Fig. 18. — *Pelagonemertes Richardi*. Photographies de l'animal vu par la face ventrale et dorsale. Les deux grandes figures sont grossies environ 7 fois. La figure de la trompe est grossie environ 2 fois et demie.

dent, comme toujours, sous les appendices intestinaux et forment une boucle en arrière.

La trompe est extrêmement longue. L'animal l'avait rejetée et on a pu la conserver. Il en reste un fragment attaché au corps. J'ai mesuré le tout aussi bien que possible, étant donné les boucles et les courbes formées, et je suis arrivé à une longueur totale de 25 millimètres au moins, ce qui représente plus du double de la longueur de l'animal entier. Cette trompe dévaginée se compose d'une moitié distale grosse, renflée en massue,

et d'une moitié beaucoup plus grêle, d'aspect glandulaire; un fragment en est resté adhérent au corps. Entre les deux moitiés il n'y a pas d'appareil stylifère; elles passent de l'une à l'autre assez brusquement.

On peut remarquer dans les deux lobes antérieurs renflés une formation intéressante. Il y a de chaque côté une série de cinq organes allongés pyriformes, très blancs, indépendants les uns des autres, disposés en éventail (Fig. 18); la pointe de chacun est adhérente à la peau, tandis que la partie renflée pend à l'intérieur du lobe. J'ai vu une fibre allant de ces organes vers le le système nerveux, mais il est impossible de dire si c'est un nerf ou un tractus conjonctif. Je ne puis non plus préciser si ce sont des glandes ou de petits organes en relation avec le système nerveux.

D'après les faits qui viennent d'être présentés je crois être fondé en créant une espèce nouvelle pour cette Némerte qu'il me paraît nécessaire de faire rentrer dans le genre *Pelagonemertes* avec la définition duquel cadrent les caractères que j'ai pu constater.

Pour résumer cette note il me suffira de reproduire le tableau des genres et espèces, que j'ai donné au début, en y intercalant les espèces nouvelles.

PELAGONEMERTES, Moseley

*P. Rollestoni* Moseley.
*P. Moseleyi* Bürger.
*P. Richardi* n. sp.

NECTONEMERTES Verrill.

*N. mirabilis* Verrill.
*N. Grimaldii* Joubin.
*N. Chavesi* n. sp.
*N. lobata* n. sp.

HYALONEMERTES Verrill

*H. atlantica* Verrill.

PLANKTONEMERTES Woodworth

*P. Agassizi* Woodworth.
*P. Grimaldii* n. sp.
*P. Alberti* n. sp.
*P. zonata* n. sp.
*P. sargassicola* n. sp.
*P. elongata* n. sp.
*P. rhomboidalis* n. sp.

Un simple coup d'œil jeté sur ce tableau montre que le nombre des espèces actuellement connues est plus que doublé puisqu'il passe de six à quinze.

# INDEX BIBLIOGRAPHIQUE


1. BURGER (O.). — Nemertinen. *Fauna und flora des golfes von Neapel*, 22e Monographie. 1895.
2. BURGER (O.). — *Nemertini. Das Tierreich*, 20e Liefer. 1904.
3. CHUN (CARL). — *Aus den Tiefen des Weltmeeres*. Jena 1900 et 2e éd. 1903.
4. HUBRECHT (A. A. W.). — *Report on the Nemertea collected by H. M. S.* « Challenger » *during the years 1873-76*, Zool. Chall. Exped. Part. LIV. 1886.
5. JOUBIN (L.). — *Note sur une nouvelle Némerte pélagique*, Bull. Musée Océanographique de Monaco, n° 20, 15 novembre 1904.
6. JOUBIN (L.). — *Note sur les Némertiens bathypélagiques capturés au cours des dernières croisières du Prince de Monaco*, Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences. Séance du 11 juin 1906.
7. MOSELEY (H. N.). — *On Pelagonemertes Rollestoni*, Annals and Magazine of natural history, 4e série vol. XV, p. 165, mars 1875.
8. MOSELEY (H. N.). — *On a young specimen of Pelagonemertes Rollestoni*, Annals and Magazine of natural history, 4 série, vol. XVI, p. 377, décembre 1875.
9. VERRILL (A. E.). — *The marine Nemerteans of New England and adjacent waters*, Trans. Connecticut Acad., vol. VIII. 1892.
10. WOODWORTH (W. M.). — *Preliminary account of Planktonemertes Agassizii a new pelagic Nemertean*, Bulletin of the Museum of comparative Zoologie at Harvard College, vol. XXXV, n° 1, juillet 1899.

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
N° 79. — 1er Juillet 1906.

# Anomalie de la nageoire anale

CHEZ DES

# *SEBASTES DACTYLOPTERA*

par le Dr M. JAQUET
Conservateur au Musée Océanographique.

En décembre 1905, quatre *Sebastes dactyloptera* Delaroche, capturés en même temps au large de Cros de Cagnes, étaient ammenés sur le marché de Monaco. Trois d'entre eux présentaient une singulière anomalie de la nageoire anale, le quatrième était normal.

La nageoire anale du *Sebastes dactyloptera* se compose de trois piquants suivis de cinq rayons bifurqués. Le premier piquant est de beaucoup le plus court, sa longueur est comprise deux fois et demie dans celle du second piquant, le plus long de tous, qui ne dépasse que de peu le troisième. Chaque piquant, large à sa base, acéré à son extrémité, est légèrement recourbé en arrière. Les piquants sont reliés entre eux par une solide membrane, les trois os interépineux dont ils dépendent se sont soudés l'un à l'autre pour former un puissant stilet triangulaire dont une des arêtes est antérieure, les deux autres latérales.

Les rayons bifurqués diminuent de longueur à mesure qu'ils s'avancent du premier au dernier. Leur constitution est celle des rayons de ce genre chez les autres Téléostéens, c'est-à-dire

qu'ils sont composés de deux moitiés : une droite, une gauche, semblables entres elles et accolées l'une à l'autre sur toute leur longueur à l'exception de la base (Fig. 1, *a*) où elles s'écartent pour embrasser l'extrémité renflée de l'os interépineux correspondant. Chaque moitié, d'abord simple, ne tarde pas à se dichotomiser et à se fractionner en segments juxtaposés bout à bout jusqu'à l'extrémité libre du rayon. Les deux nouvelles branches, auxquelles, en raison de leur position vis-à-vis du reste du corps, on peut donner les noms de branche primaire antérieure *(c)* et de branche primaire postérieure *(d)*, après un certain parcours, se divisent à leur tour en deux : la branche secondaire antérieure et la branche secondaire postérieure. Suivant leur origine, on distingue alors : 1° la branche secondaire antérieure de la branche primaire antérieure *(e)*, 2° la branche secondaire postérieure de la branche primaire antérieure *(f)*, 3° la branche secondaire antérieure de la branche primaire postérieure *(e')*, 4° la branche secondaire postérieure de la branche primaire postérieure *(f')*.

Toutes ces branches, après un certain parcours, se scindent en deux, ce qui porte au nombre de huit les extrémités étalées en éventail de chaque demi-rayon. Une membrane interradiaire unit toutes ces baguettes entre elles ainsi que les rayons les uns aux autres, entourant pour ainsi dire les parties charnues et squelettaires de la nageoire entière en ne laissant libre que l'extrémité des piquants. Elle est particulièrement épaisse de chaque côté de la base de la nageoire.

Les trois nageoires anormales l'étaient à des degrés différents et la déformation consistait en une inclinaison plus ou moins prononcée d'une portion de l'organe, soit vers la gauche, soit vers la droite, ou le reploiement brusque des rayons vers la région orale.

La nageoire la moins déformée est représentée par la figure 2. La forme des trois piquants est normale ; seul, un léger recourbement en arc, dirigé vers la droite, du second et du troisième indique une infraction à la règle.

Le premier rayon se divise en deux branches primaires. Au moment où celles-ci s'écartent l'une de l'autre, l'antérieure

se termine brusquement donnant l'illusion d'une brisure accidentelle. La membrane interradiaire ne présente pas trace de déchirure à cet endroit. La branche primaire postérieure se dirige brusquement en arrière ; elle est comme déjetée, et laisse voir l'indice d'une bifurcation, sous forme d'un très court tronçon. Son diamètre diminue de plus en plus jusqu'à son extrémité.

Le deuxième rayon se divise en deux branches primaires (Fig. 3, *a*, *b*), lesquelles ne tardent pas à se bifurquer. Les deux branches secondaires nées de la branche primaire antérieure sont très courtes (*c*, *d*,), ne présentent chacune que trois segments distincts. Les quatrième segments se soudent l'un à l'autre par leur extrémité postérieure laquelle devient ainsi indivise. A sa suite se place un petit segment distinct dont l'extrémité postérieure s'appuie contre une théorie d'articles dont les deux premiers, très larges, semblent chacun être le résultat de la coalescence d'un segment de la branche secondaire postérieure issu de la branche primaire antérieure avec un segment de la branche secondaire antérieure issu de la branche primaire postérieure. Les deux rameaux résultant de la division de la branche primaire postérieure sont séparés l'un de l'autre sur un espace correspondant à 7 segments.

Les segments postérieurs des deux rameaux se soudent entre eux par leur extrémité distale laquelle devient ainsi indivise. Il y fait suite un cinquième segment constituant une baguette qui se bifurque en branches terminales.

Nous avons donc dans la déformation de ce deuxième rayon, coalescence des deux branches secondaires de la branche primaire antérieure pour former un tout s'unissant à la branche secondaire antérieure de la branche primaire postérieure, laquelle à son tour ne tarde pas à se fusionner à la branche secondaire postérieure de la branche primaire postérieure. Il en résulte une baguette unique qui se bifurque près de son extrémité distale.

Les trois derniers rayons de la nageoire n'offrent aucune anomalie.

Chez le second exemplaire de la nageoire anale difforme

(Fig. 4), les deux premiers piquants *(a, b)* sont normaux, et l'on voit partir du tiers antérieur de la longueur de la nageoire un prolongement allongé en lame pointue *(c)* et qui, se dirigeant horizontalement en avant, passe sur le côté gauche des troisième et deuxième piquant. Ce prolongement appartient au premier rayon; dans sa course, il masque une partie de l'extrémité du troisième piquant, laquelle est déjetée brusquement en avant. Le second rayon présente aussi des déformations, mais moins profondes. La membrane cutanée revêtant la nageoire étant enlevée, on se rend immédiatement compte des vices de conformation de l'organe (Fig. 5). Le troisième piquant est scindé en deux parties : une proximale *(a)* fort longue, dirigée en arrière et une distale *(b)* comprenant l'extrémité du piquant et dirigée en avant. On dirait qu'il y a eu brisure, les deux portions sont réunies l'une à l'autre par du tissu conjonctif très résistant.

La portion distale (Fig. 6, B) a la forme d'une pantoufle basse très pointue et largement ouverte. C'est contre cette ouverture que s'appuie l'extrémité de la portion proximale (Fig. 6, A, *a*) qui présente deux prolongements latéraux en forme d'ailettes, lesquelles, s'appliquant contre les côtés de l'ouverture de la pièce distale, en assurent le contact plus intime.

Le premier rayon (Fig. 5, *c*), comme ses homologues, se bifurque près du tiers antérieur de sa longueur en deux branches primaires. Celles-ci ne se subdivisent pas à leur tour. La branche primaire antérieure *(d)*, aussitôt après sa naissance, se porte directement en avant en suivant une ligne horizontale. Elle se décompose en segments juxtaposés qui deviennent de plus en plus étroits et la baguette se termine un peu au devant du second piquant. La branche primaire postérieure continue la direction de la base du rayon; elle décrit deux sinuosités et s'arrête brusquement après avoir atteint à peu près la même longueur que celle de la branche antérieure.

Le deuxième rayon *(e)* est, de même que le premier, normal jusqu'à sa bifurcation. Sa branche primaire antérieure, d'un cours sinueux, se termine brusquement aux deux tiers de la longueur qu'elle devrait atteindre si elle était normale. Elle ne se bifurque pas, ressemblant en cela aux branches du premier

rayon. La branche primaire postérieure se rapproche énormément du type normal. Elle se divise en deux branches secondaires dont l'antérieure, encore tortueuse, mais de juste longueur, se bifurque tout près de son extrémité libre. La secondaire postérieure ressemble complètement à celle des rayons suivants qui sont normaux.

Dans cette anomalie, nous voyons que le processus est le plus accentué à la partie antérieure de la région atteinte et qu'il diminue d'intensité en allant d'avant en arrière. Il intéresse trois articles successifs : un piquant et deux rayons, se manifestant surtout par un brusque changement de direction des parties modifiées. Ce mouvement est si profond pour le piquant, que ce dernier, ne pouvant se plier à cette version, s'est rompu. Chez le premier rayon, il n'y a plus rupture, car l'organe plus souple, a pu se plier. Ce changement de direction ne s'opère que sur la branche primaire antérieure. Remarquons en outre, que ces deux branches primaires ne sont pas bifurquées. Enfin le processus montre sa diminution d'intensité dans le deuxième rayon dont la branche primaire antérieure n'est que très légèrement projetée en avant et dont la branche primaire postérieure se scinde en deux de la même façon que chez les rayons normaux; il y a cependant encore les derniers vestiges de l'anomalie dans sa branche secondaire antérieure qui a un cours légèrement ondulé et ne se scinde que très tardivement.

La troisième anomalie (Fig. 7) répète pour ainsi dire, mais d'une façon atténuée, celle que nous venons de décrire. La nageoire, au milieu de sa longueur, présente un enfoncement de sa surface, comme si l'on avait appuyé fortement avec un petit corps arrondi sur la face gauche. Il s'est produit un refoulement, une sorte de hernie dirigée à droite et qui est restée lorsque la cause a disparu.

Le squelette montre les particularités suivantes (Fig. 8) : Les deux premiers piquants *(a, b)*, sont normaux. Le troisième *(c)*, arrivé aux deux tiers de sa longueur, se recourbe brusquement sous un angle à peu près droit, son extrémité se dirige en avant. Le premier rayon, au moment où il se bifurque, oblique brusquement en arrière et légèrement à droite, puis décrit une

courbe qui le ramène à gauche. Il apparaît sur le bord du refoulement après en avoir soutenu les contours, ses deux divisions s'écartent alors l'une de l'autre en ayant un cours à peu près vertical. Ce rayon borne ses ramifications à ses deux branches primaires. Le second rayon *(e)* décrit la même courbe à droite puis à gauche, que le précédent, mais se différencie de ce dernier en ce que, chacune des branches primaires, arrivée au point où le cours devient vertical, se divise en deux branches secondaires. Le troisième rayon ne participe plus au squelette de la poche de refoulement; il n'est cependant pas encore normal, car, à l'exception de la branche secondaire postérieure qui se ramifie, les autres branches secondaires restent simples. Le quatrième rayon ne se subdivise pas au-delà des branches secondaires. Le cinquième rayon est tout à fait normal, car on lui compte huit extrémités résultant des bifurcations successives.

En résumé, cette dernière anomalie fait sentir ses effets sur un piquant, le dernier et les trois rayons qui suivent. Le degré d'intensité diminue en allant d'avant en arrière. L'extrémité du piquant est brusquement recourbée en avant tandis que la courbure des pièces suivantes est ample et à grand rayon. Le premier rayon est plus déformé que le second, car, indépendamment de la courbure, il ne présente que deux branches, tandis que le suivant possède les branches secondaires de même que le troisième rayon, mais celui-ci étant rectiligne, se rapproche plus de la normale que le second.

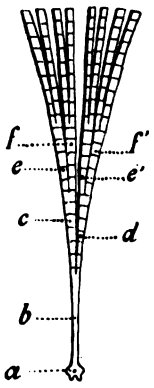



Fig. 1.

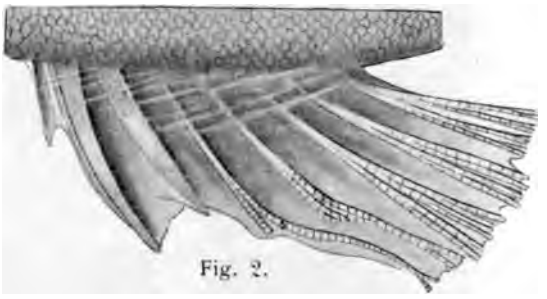


Fig. 2.

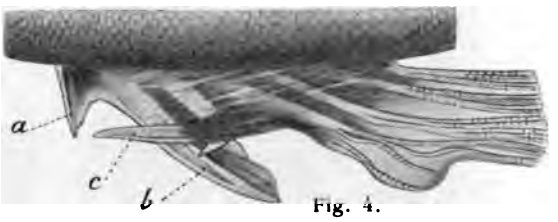



Fig. 4.

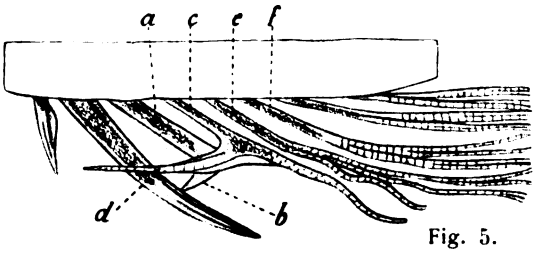



Fig. 5.

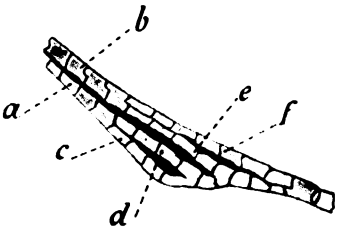



Fig. 3.

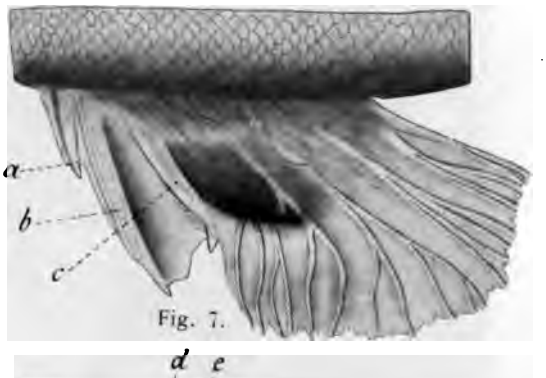
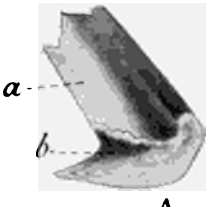



Fig. 7.




A

B

Fig. 6.

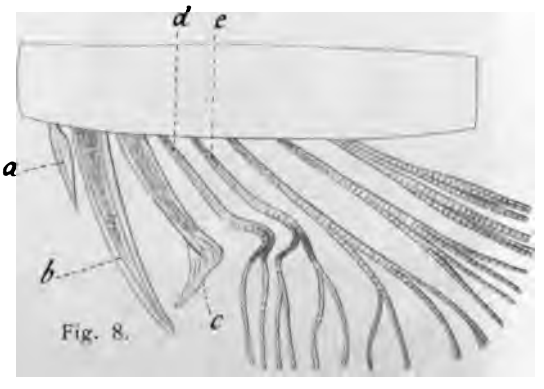



Fig. 8.

## EXPLICATION DES FIGURES DE LA PLANCHE I

Fig. 1. — Une moitié latérale d'un rayon normal de *Sebastes dactyloptera* représentée schématiquement pour montrer la disposition des ramifications.

*a*, base élargie du rayon enserrant l'extrémité de l'os intérépineux correspondant; *b*, portion indivise du rayon; *c*, branche primaire antérieure; *d*, branche primaire postérieure; *e*, branche secondaire antérieure de la branche primaire antérieure; *f*, branche secondaire postérieure de la branche primaire antérieure; *e'*, branche secondaire antérieure de la branche primaire postérieure; *f'*, branche secondaire postérieure de la branche primaire postérieure.

Fig. 2. — Une nageoire anale déformée. (Grandeur double).

Fig. 3. — Squelette d'une portion du deuxième rayon de la nageoire anale représentée par la figure 2. (Grossissement : 8 diamètres).

*a*, branche primaire antérieure; *b*, branche primaire postérieure; *c*, branche secondaire antérieure de la branche primaire antérieure; *d*, branche secondaire postérieure de la branche primaire antérieure; *e*, branche secondaire antérieure de la branche primaire postérieure; *f*, branche secondaire postérieure de la branche primaire postérieure.

Fig. 4. — Une nageoire anale déformée. (Grandeur double).

*a*, premier piquant; *b*, second piquant; *c*, branche primaire antérieure du premier rayon.

Fig. 5. — Squelette de la nageoire anale représentée par la figure 4. (Grossissement double).

*a*, partie proximale du troisième piquant; *b*, partie distale du troisième piquant; *c*, premier rayon; *d*, branche primaire antérieure du premier rayon; *e*, deuxième rayon; *f*, troisième rayon.

Fig. 6. — Troisième piquant de la nageoire anale représentée par la figure 4. (Grandeur : 6 diamètres).

A. Extrémité distale du piquant; *a*, portion rectiligne; *b*, portion brisée et dirigée en avant.
B. Portion brisée isolée.

Fig. 7. — Une nageoire anale déformée. (Grandeur double).

*a*, premier piquant; *b*, second piquant; *c*, troisième piquant.

Fig. 8. — Squelette de la nageoire anale représentée par la figure 7. (Grossissement double).

*a*, premier piquant; *b*, second piquant; *c*, troisième piquant.

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
N° 80. — 4 Juillet 1906.

# Zoologie.

## Sur les *Gennadas* ou Pénéides bathypélagiques

par E.-L. BOUVIER

Les *Benthesicymus* et les *Gennadas* sont des Pénéides abyssaux; ils présentent entre eux les affinités les plus étroites, mais se tiennent à des niveaux très différents, ainsi qu'on peut s'en convaincre par l'examen des matériaux recueillis par S. A. S. le Prince de Monaco à bord de la *Princesse-Alice*. Quand on explore les abysses avec des engins de fond, chalut ou drague, on ramène parfois des *Benthesicymus* et, dans certains cas, quelques rares *Gennadas;* par contre, avec le filet vertical à grande ouverture, pêchant entre deux eaux, on obtient des *Gennadas* en abondance, mais pas un seul *Benthesicymus*. De ce fait on pourrait déjà conclure que les *Benthesicymus* appartiennent à la faune abyssale des fonds et les *Gennadas* à la faune pélagique ou bathypélagique.

I. — En ce qui concerne les *Benthesicymus*, cette conclusion paraît justifiée par les récoltes des diverses campagnes d'exploration abyssale; mais il convient d'ajouter que les *Benthesicymus* semblent être assez bons nageurs et qu'ils peuvent vraisemblablement s'éloigner à quelque distance du fond sous-marin.

La distribution bathymétrique des *Gennadas* demande à être étudiée de plus près, car on prend quelquefois ces Pénéides au

chalut, dans des cas très rares avec le filet de surface, et ils sont rapportés en grand nombre par le filet vertical qui capture, comme on sait, les espèces pélagiques et bathypélagiques.

Pour résoudre ce problème, adressons-nous d'abord à une espèce très répandue dans nos régions, le *Gennadas elegans* S. I. Smith qui a été trouvé par l'*Albatros* entre la Floride et la latitude de New York (pêches de 822 à 4264 mètres), par le *Blake* dans la mer des Antilles (800 mètres), par l'*Oceania* au large de l'Irlande (2538 mètres), par les expéditions monégasques dans la mer des Sargasses, les eaux açoréennes, l'Atlantique oriental depuis les îles du Cap Vert, et dans la Méditerranée, (1000 à 4500 mètres), enfin par plusieurs zoologistes italiens, MM. Riggio, Monticelli et Lo Bianco entre Messine et Naples.

Les exemplaires capturés d'abord par MM. Monticelli et Lo Bianco dans le Golfe de Naples provenaient du plankton superficiel ou peu profond (200 mètres au plus) ; étudiés avec grand soin et beaucoup de finesse, ils furent reconnus comme appartenant aux stades évolutifs de l'espèce depuis la forme protozoé jusqu'à l'état très jeune qui fait suite au stade mysis. La même année (1900), M. Riggio signalait des adultes dans le plankton superficiel des environs de Messine.

Utilisant les recherches précédentes et celles effectuées par le *Maja* et le *Puritan* au large de Capri, M. Lo Bianco (1902, 1904) parvint à mettre en lumière les migrations bathymétriques du *G. elegans* au cours de son développement. Ayant observé que les jeunes en aquarium nagent la tête en bas et la queue en haut, comme pour descendre plus bas, il pense que notre *Gennadas* « est une forme abyssale typique », et qu'après avoir traversé tous les stades larvaires dans les couches voisines de la surface, ses jeunes « se dirigent dans les profondeurs pour atteindre le lieu normal d'habitation de l'espèce », les adultes pris à Messine ayant sans doute été ramenés à la surface par les forts courants de profondeur qui se font sentir dans le détroit. « Cette conclusion, dit l'auteur, est complètement justifiée par les récoltes du *Maja*, qui comprennent 32 spécimens capturés par un filet bathypélagique ouvert, auquel on avait donné 1000 à 1500 mètres de câble. A des profondeurs

plus faibles, la pêche fut vaine; avec 1000 mètres de câble, elle donna un adulte, avec 1500 mètres les 6 autres adultes et quelques jeunes ». Le *Puritan* captura ce *Gennadas* en 25 stations différentes; avec 600 mètres de câble, il prit une fois des jeunes, mais pour obtenir des adultes, on dut filer au moins 1100 mètres.

Les résultats obtenus par S. A. S. confirment et précisent le jugement de M. Lo Bianco. En effet, au cours des campagnes de l'*Hirondelle* et surtout de la *Princesse-Alice*, le *G. elegans* fut capturé 43 fois, avec des différences de taille et d'âge qui sont résumés dans le tableau suivant :

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| de 0m à 1000m, | 4 | opérations, | 17 | exemplaires dont | 1 | adulte. |
| de 0m à 1500m, | 10 | — | 61 | — | 7 | — |
| de 0m à 2000m, | 11 | — | 66 | — | 18 | — |
| de 0m à 2500m, | 7 | — | 43 | — | 11 | — |
| de 0m à 3000m, | 10 | — | 22 | — | 4 | — |
| de 0m à 3500m, | 1 | — | 20 | — | 0 | — |

soit au total :

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| de 0m à 1000m, | 1 | adulte pour | 4 | opérations, | soit un rapport | de 0,25 |
| de 0m à 2000m, | 25 | — | 21 | — | — | de 1,14 |
| de 0m à 3500m, | 15 | — | 18 | — | — | de 0,83 |

d'où l'on peut conclure que le nombre des adultes capturés augmente, jusqu'à un certain niveau, à mesure qu'on s'éloigne de 1000 mètres pour descendre vers les profondeurs.

Ce résultat concorde parfaitement avec le principe établi par M. Lo Bianco, et l'on en peut dire autant de la rareté des adultes par rapport aux individus moins âgés. A cause de leur jeune âge, ces derniers, en effet, n'ont pas encore été fortement décimés par les voraces habitants des mers, et d'ailleurs, étant données leur petite taille et leur faible puissance natatoire, ils sont moins bien doués que les adultes pour échapper au filet remontant.

Mais jusqu'où descendent les adultes? Sont-ils sur le fond, ou vivent-ils entre deux eaux, à la manière des francs organismes bathypélagiques? Pour résoudre cette question, il convient d'analyser les opérations effectuées par le Prince au cours de ses dernières campagnes, dans les régions fréquentées par le *Gennadas elegans*.

De 1886 à 1905, l'*Hirondelle* et la *Princesse-Alice* ont donné, à quelques unités près :

1° 211 coups de chalut dont 4 furent fructueux, ramenant 9 exemplaires.
2° 7 coups de filet à rideau dont 2 furent fructueux, ramenant 2 exemplaires;
3° 4 coups de filet Giesbrecht dont 1 fut fructueux, ramenant 2 exemplaires.
4° 12 coups de filet vertical (0-1000m) ou de surface dont 3 furent fructueux, ramenant 16 exemplaires.
5° 63 coups de filet vertical (au-dessous de 1000m) dont 32 furent fructueux, ramenant près de 200 exemplaires.

Ainsi, le chalut ne capture presque jamais notre Pénéide, et ceux qu'il ramène à de rares intervalles (4 fois sur 211 coups) ne parviennent sans doute pas du fond sur lequel le filet a longtemps traîné; ils ont plutôt été pris par l'engin dans sa course remontante. Ce qui porte à croire qu'il en est ainsi, c'est que, par deux fois, des *Gennadas* furent trouvé sur les appareils de sondage, dans un cas sur le sondeur à robinet, dans un autre sur la bouteille Buchanan, aux articulations de laquelle un spécimen se prit par les antennes.

Au surplus, les filets bathypélagiques, bien qu'ils ne touchent jamais le fond, se montrent merveilleusement propres à la capture des *Gennadas*, et cela d'autant mieux qu'ils présentent un orifice plus large.

A ce point de vue, le filet vertical Richard, à grande ouverture (de 9 ou de 25 mètres carrés), offre une supériorité manifeste sur tous les autres engins; une fois sur deux environ, il a ramené des *G. elegans* et, dans certains cas, le nombre de ces derniers s'élevait à plus de 30 exemplaires. Le filet Giesbrecht employé d'abord par le Prince, le filet vertical de l'expédition du *Plankton* et le « Grosso Bertovello » du *Maja* donnèrent aussi de bons résultats, mais les captures en étaient moins riches parce qu'ils avaient un orifice plus étroit; néanmoins, un coup de filet du *Puritan* ramena 25 exemplaires jeunes ou adultes.

On peut donc affirmer que le *G. elegans* est une espèce bathypélagique, et qu'il ne vit pas normalement sur le fond ou dans son voisinage immédiat comme la plupart des autres Crevettes. Aussi a-t-il complètement échappé aux très nombreux coups de

chalut du *Travailleur*, du *Talisman* et du *Challenger;* et si, à cet égard, les pêches du *Blake* et de l'*Albatros* ont été plus fructueuses c'est que, vraisemblablement, notre Pénéide doit être une espèce commune à l'Est des Etats-Unis.

Les autres *Gennadas* capturés dans l'Atlantique oriental au cours des campagnes françaises et monégasques sont beaucoup moins répandus, et par conséquent se prêtent mal à une étude approfondie de leur distribution bathypélagique. Pourtant, à l'exception d'un exemplaire de *G. scutatus*, ils furent tous pris avec le filet à grande ouverture descendu entre deux eaux, par 1000$^{m}$ et au-dessous. Et c'étaient pour la plupart des adultes. Quant aux *Gennadas* capturés à la drague ou au chalut par l'*Investigator* et le *Challenger*, ils sont peu nombreux et furent, pour la plupart, pris isolément, le filet fonctionnant sans doute pendant sa course remontante. On peut donc, suivant toute vraissemblance, appliquer à tous les *Gennadas* les conclusions spéciales relatives au *G. elegans*.

L'exemplaire type du *G. scutatus* fut capturé à la surface par les engins de l'*Hirondelle*; et le *Challenger* a pris, dans les mêmes conditions, un spécimen de *G. parvus*. Est-ce une raison de penser, avec Sp. Bate, « qu'à certaines périodes, l'animal cherche des courants superficiels plus chauds pour y pondre ses œufs »? Nous, ne le croyons pas. On a vu que M. Lo Bianco attribue à l'action entraînante des courants de détroit la présence du *G. elegans* adulte dans la région de Messine, et d'autre part, on sait que des espèces manifestement abyssales, les *Pelagothuria* par exemple, peuvent normalement (et sans doute à la suite de quelques phénomènes pathologiques) remonter à la surface. Au surplus, si l'on considère que, parmi les très nombreux adultes capturés jusqu'ici, deux ou trois seulement furent trouvés dans le plankton superficiel, on est en droit de supposer que les *Gennadas* ne quittent pas les eaux profondes où ils vivent quand arrive le moment de la ponte. Et comme les Pénéides ont des larves pélagiques il est probable que leurs œufs, sans doute moins denses que l'eau, remontent à la surface dès qu'ils ont été pondus. On sait, en effet, que les Pénéides, au contraire des autres Crevettes, ne portent point leur ponte attachée aux pléopodes abdominaux.

II. — Si les *Gennadas* diffèrent des *Benthesicymus* par leur habitat, ils en diffèrent aussi par des caractères morphologiques de haute importance.

Dans les *Benthesicymus* l'angle antennaire n'existe pas, l'épine branchiostégiale atteint un fort développement et le rostre présente ordinairement une longueur assez grande, peu de hauteur et une armature de plusieurs dents. Chez les *Gennadas*, au contraire, il y a ordinairement un angle antennaire, une épine branchiostégiale réduite, un rostre haut, court et unidenté.

Chez les *Benthesicymus*, la saillie dorsale des pédoncules oculaires est courte et obtuse, les deux derniers articles des pédoncules antennulaires sont réduits et normalement articulés, le palpe des mâchoires antérieures est peu dilaté à la base, celui des mâchoires postérieures est dépourvu de prolongement ter-

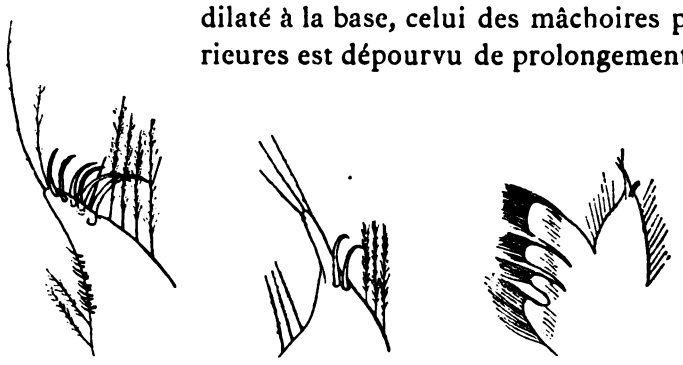


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Fig. 1. — *Benthesicymus Bartletti*, extrémité du palpe d'une patte-mâchoire postérieure × 30.

Fig. 2. — *Gennadas Tinayrei*, extrémité du palpe d'une patte-mâchoire postérieure droite × 30.

Fig. 3. — *Gennadas Tinayrei*, palpe et lacinie d'une patte-mâchoire postérieure droite × 12.

minal bien différencié (Fig. 1), enfin les lacinies de ces derniers appendices se composent de lobes de même longueur. Dans les *Gennadas*, d'autre part, il y a un fort tubercule oculaire aigu ou subaigu, le dernier article des pédoncules antennulaires se fait remarquer par sa longueur et son articulation spéciale, le palpe des mâchoires antérieures est dilaté, celui des mâchoires suivantes a un prolongement distal muni à sa base de quelques soies

différenciées (Fig. 2), enfin, le lobe antérieur de la lacinie interne des mêmes appendices (Fig. 3) est ordinairement plus court que les précédents.

Les pattes-mâchoires nous offrent des différences encore plus grandes. Dans celles de la première paire, l'exopodite se termine en fouet chez les *Benthesicymus*, l'endopodite ne présente pas d'articles intermédiaires et les soies internes de sa partie basale ne sont pas ou sont peu différenciées. Le même genre se distingue en outre par la faible largeur du méropodite des pattes-mâchoires intermédiaires, par les deux soies spiniformes qui terminent cet appendice, par la longueur et la gracilité des pattes-mâchoires postérieures, enfin par le grand développement de l'exopodite de ces deux paires d'appendices. S'agit-il des *Gennadas*, au contraire, il n'y a plus de fouet à l'extrémité de l'exopodite des pattes-mâchoires antérieures, l'endopodite du même appendice est muni d'un article intermédiaire avec quelques soies bien différenciées sur le bord interne de la partie basale (Fig. 4). Les pattes-mâchoires intermédiaires se font remarquer par l'aplatissement et la saillie lamelleuse antérieure de leur méropodite, et par la soie spiniforme unique de leur dactylopodite; enfin les pattes-mâchoires de la paire postérieure sont relativement plus courtes et largement foliacées, dans la partie qui correspond à leur ischiopodite et à leur méropodite.

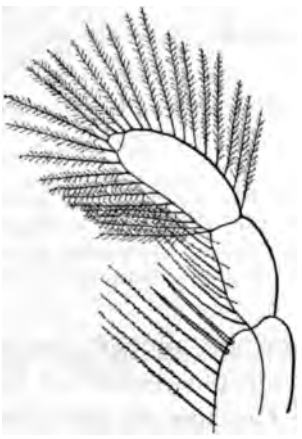


Fig. 4. — *Gennadas Tinayrei*, extrémité de l'endopodite d'une patte-mâchoire antérieure × 30.

Cet élargissement et cette réduction de longueur caractérisent également les pattes des trois premières paires des *Gennadas*, le carpe étant plus court ou médiocrement plus long que les pinces, du moins dans celles des deux premières paires; tandis que les mêmes appendices des *Benthesicymus* présentent des caractères inverses. Au surplus, dans ce dernier genre, les

pattes des deux paires postérieures sont plus longues et plus grêles, et parfois même (*B. moratus* S.-I. Smith, *B. longipes* E.-L. Bouvier), singulièrement plus longues et plus grêles que dans les *Gennadas*.

On peut ajouter que les *Benthesicymus* ont les pléopodes

Fig. 5. Fig. 6 Fig. 7. Fig. 8.

Fig. 5. — *Gennadas Alicei*, thélycum d'une femelle adulte. (Grossi).
Fig. 6. — *Gennadas elegans*, thélycum d'une femelle adulte × 6.
Fig. 7. — *Gennadas valens*, thélycum d'une femelle adulte. (Grossi).
Fig. 8. — *Gennadas scutatus*, thélycum d'une femelle adulte. (Grossi).

bien plus allongés que les *Gennadas*, avec le pétasma et le thélycum plus réduits et beaucoup moins complexes.

Certains de ces caractères doivent être rapportés à l'évo-

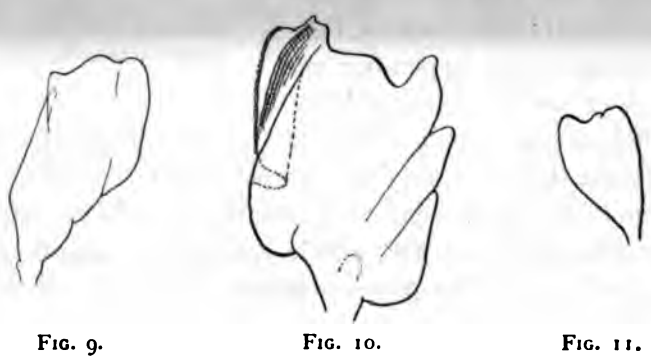


Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11.

Fig. 9. — *Benthesicymus Bartletti*, lame gauche du pétasma d'un ♂ adulte, face antérieure × 15.
Fig. 10. — *Gennadas Alicei*, lame gauche du pétasma, face postérieure × 10.
Fig. 11. — *Gennadas elegans*, jeune ♂ immature de 16 millimètres; une lame du pétasma × 48.

lution générale des Pénéides, les autres à l'adaptation au genre de vie bathypélagique. Parmi ces derniers, il convient d'accorder la première place à l'élargissement foliacé de la plupart

des appendices thoraciques, et au grand développement des soies plumeuses qui garnissent le bord interne de ces appendices, surtout l'ischiopodite et le méropodite. Un revêtement de soies analogues s'observe dans les *Acanthephyra* qui, dans le groupe des Crevettes vraies ou Carides, présentent le même habitat que les *Gennadas*.

III. — Il nous reste maintenant à indiquer la manière dont s'est produit le passage des *Benthesicymus* aux *Gennadas* et, dans ce but, nous devons donner d'abord le tableau synoptique des dernières espèces de *Gennadas* capturées dans l'Atlantique oriental par les expéditions francaises et monégasques. Ces espèces sont au nombre de six, dont cinq font parties du matériel des campagnes monégasques, *(G. Alicei, G. elegans, G. Tinayrei, G. valens, G. scutatus)* et deux de celui provenant du *Travailleur* et du *Talisman (G. valens, G. Talismani)*.

Les caractères différentiels de ces espèees sont relevés dans le tableau suivant :

A. — *Méropodite des pattes 3 aussi long et même ordinairement plus long que le carpe.*

| | |
|---|---|
| Pinces des pattes 2 égalant au plus les 2/3 du carpe; pas d'angle antennaire, rostre régulièrement triangulaire ; deuxième article des antennules égalant presque le troisième; deuxième article des palpes mandibulaires plus long que la largeur du premier..... | *G. Alicei* n. sp. (Atlantique tropical et subtropical). |
| Pinces des pattes 2 un peu plus courtes que le carpe; un angle antennaire large et obtus; le deuxième article des pédoncules antennulaires égale au plus, dorsalement, la moitié de la longueur du troisième; le second article des palpes mandibulaires n'est pas plus long que la largeur du premier..... | *G. elegans* S. I. Smith. (Atlantique, Méditerranée). |
| Pinces des pattes 2 un peu plus longues ou aussi longues que le carpe; angle antennaire peu large, mais aigu et très saillant; le deuxième article des pédoncules antennulaires égale la moitié du troisième; le deuxième article des palpes mandibulaires beaucoup plus court que la largeur du premier..... | *G. scutatus* n. sp. (Atlantique occidental) |

*B. — Méropodite des pattes 3 plus court que le carpe.*

| | | |
|---|---|---|
| Pinces des pattes 2 un peu plus courtes que le carpe; angle antennaire large et subaigu; 2e article des pédoncules antennulaires plus long que la moitié du troisième. | Deuxième article des pédoncules antennulaires égalant à peu près les trois quarts de la longueur du troisième; saillie antérieure du méropodite des pattes-mâchoires intermédiaires plus grande que le tiers de la longueur totale de l'article..... | *G. valens* S. I. Smith. (Atlantique subtropical). |
| | Deuxième article des pédoncules antennulaires dépassant à peine la moitié de la longueur du troisième; saillie antérieure du méropodite des pattes-mâchoires intermédiaires plus courte que le tiers de la longueur de l'article..... | *G. Talismani* n. sp. (I. du Cap Vert). |
| Pinces des pattes 2 au moins aussi longues que le carpe; angle antennaire peu large, mais aigu et très saillant; deuxième article des pédoncules antennulaires un peu plus court que la moitié du troisième; deuxième article des palpes mandibulaires beaucoup plus long que la largeur du premier; saillie antérieure du méropodite des pattes-mâchoires intermédiaires plus grande que le tiers de la longueur de l'article. | | *G. Tinayrei* n. sp. (Mer des Sargasses, Açores, cap Spartel). |

Cette dernière espèce est dédiée à mon ami M. Tinayre, le distingué peintre de la *Princesse-Alice*.

Quand on compare les six espèces caractérisées dans le tableau précédent, on voit qu'elles forment deux séries évolutives : l'une avec le *G. Alicei*, le *G. elegans*, le *G. scutatus* et le *G. Tinayrei*, l'autre avec le *G. elegans*, le *G. Talismani* et le *G. valens*. Dans chacune de ces deux séries, on s'éloigne progressivement des *Benthesicymus*, la forme la plus voisine de ce dernier genre étant le *G. Alicei* qui, par la forme triangulaire de son rostre acuminé, par ses pattes-mâchoires longues et

médiocrement élargies, par la longueur relative des divers articles de ses pattes, par le développement de ses pléopodes et par l'absence de tout angle antennaire se rapproche manifestement des *Benthesicymus*.

Le pétasma des mâles et le thélycum (Fig. 5, 6, 7, 8) des femelles sont fort différents dans les six espèces dont ils constituent les caractères les plus typiques (1); l'un de ces organes sexuels, le pétasma, évolue parallèlement aux autres caractères, comme on peut s'en rendre compte par le bref exposé suivant.

C'est dans le *G. Alicei* que le pétasma se présente sous sa

Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 12. — *Gennadas elegans*, lame gauche du pétasma, face antérieure × 20.
Fig. 13. — *Gennadas scutatus*, lame gauche du pétasma, face antérieure (Grossi).

forme la plus simple; il ressemble beaucoup à celui du *Benthesicymus Bartletti* (Fig. 9), mais il présente (Fig. 10) deux échancrures sur son bord externe, un petit lobe proéminent sur la face antérieure de sa partie basilaire, un double repli et une frange de rétinacles sur son bord interne, deux fortes saillies séparées par une large échancrure sur son bord antérieur.

Dans les jeunes *G. elegans*, la forme générale (Fig. 11) est à peu près la même, avec une seule échancrure sur le bord externe, et la position inverse des deux saillies terminales, la grande étant

(1) Dans le *G. scutatus*, le thélycum (Fig. 8) comprend, comme pièce principale, une grande lame ovalaire qui s'avance librement entre la base des pattes III et IV, où elle recouvre une pièce cordiforme creusée de deux cavités.

en dehors et la petite en dedans. Chez l'adulte (Fig. 1: saillie devient bilobée, et une saillie accessoire la sé seconde qui s'est beaucoup élargie; les rétinacles apparaissent sur le bord interne, en même temps q loppe sur la face antérieure une languette très saillan

Dans un mâle que je crois devoir rapporter au *tus* (expédition du *Blake*), on retrouve (Fig. 12) l' externe et la languette du *G. elegans*, avec deux p basilaires au lieu d'un seul; mais la saillie antéro- divise en deux pointes obtuses et la saillie access des dimensions prédominantes, se divisant en deux gaux, l'un externe subaigu, l'autre interne fort él encore au même type qu'appartient le pétasma du *G*

Fig. 14. Fig. 15. Fi

Fig. 14. — *Gennadas Tinayrei*, lame gauche du pétasma, face antéri
Fig. 15. — *Gennadas Talismani*, lame droite du pétasma, face antéri
Fig. 16. — *Gennadas valens*, lame gauche du pétasma, face antérieur

(Fig. 14), les deux moitiés de la saillie interne étan à peu près égales, et la saille médiane restant sim proéminente.

Dans le *G. Talismani* (Fig. 15) on trouve le lob unique et la languette simple du *G. elegans*, la sailli bifurquée du *G. scutatus*, la saillie antéro-interne à subégaux du *G. Tinayrei*, avec une triple échrancr à l'angle antéro-externe. Dans le *G. valens* (Fig. 16 languette est divisée en deux larges parties subégal la saillie médiane, la saillie interne reste simple e antéro-externe constitue deux lobes obtus fort inégal

D'aprés M. A. Alcock (1901) le pétasma du *G. carinatus* S. I. Smith se compose d'une simple feuille indépendante de celle du côté opposé, ce qui est une structure encore plus primitive que celle du *G. Alicei*. D'ailleurs, suivant toute évidence, le *G. carinatus* est plus voisin des *Benthesicymus* que le *G. Alicei*, car il présente une carène dorsale sur les segments abdominaux 3 à 6, des pléopodes très allongés, et de petits exopodites à la base des pattes, comme le *B. moratus* S. I. Smith et le *B. longipes* E.-L. Bouvier. Mais cette espèce ne m'est connue que par les brèves diagnoses des auteurs, et il convient de se borner à la suggestion précédente.

En tous cas, il résulte des faits précités : 1° que les *Gennadas* sont nettement bathypélagiques et ne descendent pas à demeure sur les grands fonds ; 2° que pour la ponte, ils ne semblent pas remonter à la surface où pourtant ils subissent leur évolution, ainsi que l'ont montré MM. Monticelli et Lo Bianco; 3° qu'ils dérivent des *Benthesicymus* par adaptation à l'existence bathypélagique et qu'ils se rattachent à ces derniers par l'intermédiaire du *G. carinatus* et du *G. Alicei*.

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
N° 81. — 8 Juillet 1906.

# Observations sur les Pénéides du genre *Haliporus* Sp. Bate.

par E.-L. BOUVIER

Je viens d'achever l'étude des *Haliporus* recueillis dans l'Atlantique par le *Blake*, le *Talisman*, l'*Hirondelle* et la *Princesse-Alice*. Ces Pénéides ne sont pas très nombreux et constituent seulement six espèces, mais ils appartiennent à des types fort différents les uns des autres, ce qui m'a permis de faire quelques observations nouvelles sur les *Haliporus* et d'établir un nouveau groupement dans ce genre très polymorphe.

## HALIPORUS Spence Bate 1881

(**Hymenopenaeus** S.-I. Smith 1885; **Faxonia** E.-L. Bouvier 1905; **Parartemesia** E.-L. Bouvier 1906).

CARACTÈRES. — Téguments peu épais et souvent membraneux.

Carapace présentant au moins un sillon cervical, un sillon hépatique, une carène gastrique qui prolonge le rostre, et, de chaque côté, une dent spiniforme orbitaire, une épine post-orbitaire, le plus souvent une épine branchiostégiale, et toujours une épine hépatique.

Rostre fort variable, ordinairement plus court que les

pédoncules antennulaires, toujours armé de dents du côté dorsal et très rarement du côté ventral.

Pédoncules oculaires ordinairement munis d'un très léger tubercule sur leur bord interne, en arrière de la cornée. Ecaille externe des pédoncules antennulaires peu saillante et atteignant au plus l'extrémité des yeux; écaille interne plus ou moins bien développée; fouets antennulaires assez longs, atténués plus ou moins longuement dans leur partie terminale, l'inférieur plus gros et muni de longues soies, au moins dans sa partie dilatée.

Les deux articles des palpes mandibulaires à peu près de même longueur, l'article proximal toujours plus large et rarement plus court que le second. Palpe des mâchoires antérieures obtus au sommet, en avant duquel se trouvent quelques longues soies sur le bord interne, muni du côté dorsal, sur presque toute sa longueur, d'un groupe de poils parallèles au bord externe, et, à la base de ce bord, d'une forte saillie recouverte de poils duveteux.

Endopodite des mâchoires postérieures dépourvu de soies sur son bord interne, qui se termine par un court prolongement obtus où l'on observe de grandes soies spiniformes simples, et de nombreuses soies spiniformes beaucoup plus petites.

L'épipodite des pattes-mâchoires est divisé en deux parties par un étranglement transversal; l'exopodite est d'ordinaire plus ou moins longuement rétréci en avant, et l'endopodite se termine par quatre articles dont les deux derniers sont longs et grêles, et les deux premiers souvent peu distincts; la partie basilaire sur le bord interne présente une échancrure au niveau et en arrière de laquelle se trouvent de fortes soies légèrement barbelées.

L'exopodite des pattes-mâchoires de la deuxième paire se réduit à un fouet assez court, parfois à un simple rudiment; les pattes-mâchoires postérieures sont puissantes et très longues, munies de fortes soies et d'un court exopodite tantôt flagelliforme, parfois rudimentaire. On observe un petit exopodite à la base de toutes les pattes.

L'abdomen s'élève en une carène dorsale, au moins sur les deux derniers segments; le telson se termine en pointe aiguë et présente, à la base de celle-ci, une paire de dents latérales

longues et spiniformes (dans l'*H. thetis*, d'après Faxon (**1895**, Pl. XLIII, fig. 2c), il y aurait en outre trois paires de denticules). Entre les pléopodes antérieurs se trouve une saillie sternale plus ou moins aiguë.

La formule appendiculaire thoracique est la suivante :

| | PATTES | | | | | PATTES-MACHOIRES | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | V | IV | III | II | I | 3 | 2 | 1 |
| Pleurobranchies | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Arthrobranchies antérieure | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Arthrobranchies postérieure | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Podobranchies | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Epipodites | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Exopodites | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

D'après M. Faxon (**1895**, 193), on observe des podobranchies rudimentaires, et seulement visibles à la loupe, à la base des pattes-mâchoires postérieures et des trois pattes antérieures de l'*H. thetis*.

Le genre comprend actuellement 19 espèces qu'on peut grouper comme il suit :

I. — Pattes des deux dernières paires très longues et fort grêles, dépassant de beaucoup les pattes de la troisième paire; le carpe des pattes 2 et 3 n'est pas sensiblement dilaté à la base; tégument mince, ferme ou membraneux.

A. — Carapace glabre, rostre droit.

B. — Yeux très ditatés..... .....
- *H. æqualis* S. B.
- *H. obliquirostris* S. B.
- H. DEBILIS S.-I. Smith.
- *H. doris* Faxon.
- *H. nereus* Faxon.

B. — Yeux peu dilatés.....
- *H. laevis* S. B.
- *H. neptunus* S. B.
- H. ANDROGYNUS Bouvier.
- *H. microps* S.-I. Smith.

A'. — Carapace hérissée d'épines piliformes, rostre fortement incurvé... *H. curvirostris* S. B.

II. — Pattes de la quatrième paire médiocres, atteignant à peu près l'extrémité de celles de la troisième; pattes postérieures très longues et fort

grêles, dépassant de beaucoup ces dernières; le carpe des pattes 2 et 3 n'est pas sensiblement dilaté à la base; téguments minces et fermes, avec de courts poils en avant sur la carapace.

Le doigt des pattes de la quatrième paire n'égale pas la moitié du propodite..... H. AFFINIS Bouvier.

Le doigt des pattes de la quatrième paire égale à peu près les trois quarts du propodite.. *H. modestus* S. I. Smith.

III. — Pattes des deux dernières paires courtes et assez fortes, celles de la quatrième paire atteignant à peu près l'extrémité des pattes 3, et celles de la cinquième paire n'étant pas beaucoup plus longues. Carpe des pattes 2 et 3 dilaté dans sa partie basilaire.

A. — Une épine branchiostégiale. (*Hymenopenaeus* Alcock).

B. — Téguments membraneux ou ayant la consistance du cuir; rostre court ou relevé.

C. — Téguments flasques, carapace velue..... ..... *H. villosus* Alcock et And.

C'. — Carapace glabre:
- Rostre horizontal et court; téguments ayant la consistance du cuir. *H. taprobanensis* Alcock et And.
- Rostre relevé et assez long; téguments membraneux..... *H. thetis* Faxon.

B'. — Téguments durs et fermes, rostre étroit, horizontal, (*Faxonia* Bouvier).

C. — Carapasse lisse, rostre dépassant les pédoncules antennulaires..... *H. diomedeus* Faxon.

C'. — Carapace velue, rostre ordinairement plus court que les pédoncules antennulaires.... H. ROBUSTUS S. I. Smith.

A' — Pas d'épine branchiostégiale. (*Parartemesia* Bouvier).
- Téguments peu consistants, carapace pileuse..... H. TROPICALIS Bouvier.
- Téguments fermes, carapace nue..... H. CARINATUS Bouvier.

On sait que S.-I. Smith désignait les *Haliporus* sous le nom d'*Hymenopenaeus*. Cette dernière dénomination doit céder la place à la première qui fut antérieurement établie par Sp. Bate; toutefois, M. Alcock (**1901**, 27) propose de la conserver comme terme sub-générique en l'appliquant aux espèces du troisième

groupe, toutes caractérisées par leurs pattes des deux dernières paires qui sont courtes et assez fortes. Si l'on adopte cette règle, il conviendra de former un sous-genre pour les espèces du deuxième groupe, non moins bien caractérisées que les précédentes. Mais je crois qu'il est plus sage d'abandonner ces dénominations secondaires, car les trois groupes ne paraissent guère indépendants; le deuxième établit une transition naturelle entre les deux extrêmes, et dans le troisième l'*H. carinatus* n'est pas sans quelques analogies avec l'*H. affinis*, tandis que l'*H. taprobanensis* présente des affinités manifestes avec l'*H. robustus*, encore qu'il ait un rostre court et une carapace dépourvue de poils.

Dès lors il conviendrait également d'abandonner la dénomination de *Faxonia* que j'avais attribuée (**1905**[a]) à l'*H. robustus* et à l'*H. diomedeæ*. Pourtant ces deux espèces sont remarquables par la résistance et l'épaisseur de leurs téguments, leur assez grande taille (qui est également un caractère de l'*H. villosus* et de l'*H. taprobanensis)*, la réduction considérable de la pointe de leur telson, l'élargissement du second article de leurs palpes mandibulaires, la multiplicité des petites soies spiniformes situées sur le prolongement des palpes des pattes-mâchoires postérieures, et la forme particulière des épipodites de leurs pattes. Mais il est très possible que plusieurs de ces caractères se retrouvent dans l'*H. taprobanensis*.

Ayant examiné un exemplaire d'*H. robustus* désigné à tort par A. Milne-Edwards sous le nom manuscrit de *Penaeopsis ocularis*, M. Faxon (**1895**, 187) avait désigné les deux espèces précédentes sous les noms de *Penaeopsis ocularis* et de *Penaeopsis diomedeæ*, mais on sait que le nom de *Penaeopsis* doit s'appliquer à de toutes autres formes, et il y a lieu de restituer aux *Haliporus* les deux espèces dont M. Faxon, d'ailleurs, avait reconnu la grande ressemblance avec ce dernier genre.

Pour terminer cette étude des variations et de la synonymie des *Haliporus* j'ajouterai enfin qu'il y a lieu de considérer comme des représentants très modifiés de ce genre l'*H. carinatus* et l'*H. tropicalis* pour lesquelles j'avais établi la coupe des *Parartemesia* (**1905**[b]). Ces deux formes se distinguent par

la disparition des épines branchiostégiales, par le développement prédominant du second article de leurs palpes mandibulaires, et par la grande longueur de l'écaille interne de leurs antennules; mais elles se rapprochent, à d'autres égards, de l'*H. diomedeæ*, de l'*H. robustus* et de l'*H. affinis*, et je ne crois pas qu'il soit sage de les séparer complètement du genre *Haliporus*.

Distribution. — Le genre *Haliporus* est représenté par 19 espèces plus ou moins bien définies dont la distribution géographique est la suivante :

Indo-Malaisie : *H. æqualis* Sp. Bate, *H. neptunus* Sp. Bate;
Pacifique central : *H. curvirostris* Sp. Bate;
Pacifique austral (Kermadec) : *H. obliquirostris* Sp. Bate;
Pacifique américain : *H. thetis* Faxon, *H. nereus* Faxon, *H. diomedeæ* Faxon, *H. doris* Faxon;
Indes : *H. taprobanensis* Alcock, *H. villosus* Alcock;
Indes et Atlantique occidental : *H. microps* Sp. Bate;
Malaisie et Atlantique tropical africain : *H. laevis* Sp. Bate;
Atlantique tropical et subtropical : *H. modestus* S. I. Smith, *H. debilis* S. I. Smith, *H. affinis* Bouvier, *H. androgynus* Bouvier; *H. robustus* S. I. Smith; *H. tropicalis* Bouvier; *H. carinatus* Bouvier.

Toutes ces espèces semblent vivre sur le fond. Quelques-unes sont subabyssales (*H. æqualis* 188 à 597 brasses, *H. obliquirostris* 520 brasses, *H. modestus* 156 brasses, *H. affinis* 56-220 brasses, *H. taprobanensis* 531-595 brasses); mais la plupart sont franchement abyssales et ont été capturées parfois à de très grandes profondeurs (*H. microps* 480-2620 brasses, *H. laevis* 1850-2500 brasses, *H. doris* 1879-2232 brasses, *H. androgynus* 2000 brasses environ etc.). L'*H. carinatus* a été trouvé entre 9 et 50 brasses.

Certaines espèces paraissent être grégaires et fort répandues dans les régions qu'elles habitent; c'est le cas notamment de l'*H. debilis* qui fut pris bien des fois par le chalut du *Talisman* et, dans certains cas, en grande abondance.

Quand les pattes postérieures sont longues et grêles, comme

dans cette dernière espèce, elles ont presque toujours subi des mutilations et il faut recourir à plusieurs exemplaires pour obtenir une reconstitution suffisante de l'animal.

Affinités. — Les *Haliporus* sont les formes les plus primitives de la tribu des Pénéinés. Ils se rattachent aux Aristéinés du genre *Benthesicymus* et, dans ce genre, au groupe du *B. moratus* et du *B. longipes*, par leurs espèces dont les téguments sont minces et peu consistants, les pattes des deux paires postérieures grêles et fort longues, les sillons et les carènes de la carapace bien développés. D'ailleurs, comme les *Benthesicymus* de ce groupe, ils ont une épine hépatique et des exopodites à la base de toutes les pattes.

La plupart rappellent les *Benthesicymus* par la présence d'un petit tubercule sur le bord interne des pédoncules oculaires, par les deux sortes de soies spiniformes dont est muni l'endopodite de leur mâchoire postérieure, par les longues soies et par l'aplatissement de leurs pattes de la première paire.

Ils se distinguent des *Benthesicymus* par certains caractères qui sont l'indice d'une évolution manifeste et qu'on observe presque tous dans les formes terminales de la tribu des Aristéinés (*Aristeus*, *Plesiopenaeus* etc.) : modification des fouets antennulaires à leur base, division en quatre articles allongés de l'endopodite des pattes-mâchoires antérieures, atrophie du fouet de l'exopodite des mêmes appendices, disparition de la troncature du doigt des pattes-mâchoires postérieures, atrophie du sillon post-cervical, complication du thélycum et du pétasma.

Quelques caractères les distinguent de tous les Aristéinés, entre autres : la présence d'une écaille antennaire interne (d'ailleurs réduite dans certaines formes primitives, telles que l'*H. debilis*), le développement d'une épine post-orbitaire, l'atrophie de toutes les podobranchies, sauf celles des pattes-mâchoires de la deuxième paire, et la trifurcation terminale du telson.

Espèces étudiées. — Les six espèces étudiées sont l'*H. debilis*, l'*H. androgynus*, l'*H. affinis*, l'*H. robustus*, l'*H. carinatus* et l'*H. tropicalis*; la première et la dernière espèce étaient

déjà connues, les quatre autres sont nouvelles pour la Science.

L'*H. debilis* S.-I. Smith fut trouvé dans l'Atlantique occidental par les expéditions américaines. De nombreux exemplaires en ont été capturés aux Açores et dans l'Atlantique oriental au cours des campagnes françaises et monégasques. Sur ces riches matériaux, j'ai pu constater que le rostre de l'*H. debilis* est extrêmement variable : horizontal ou fortement relevé, assez court ou presque aussi long que les pédoncules antennulaires, très variablement armé au-dessus et presque toujours muni en dessous, un peu en arrière de la pointe, de 1 à 3 denticules. Ses yeux sont fort développés et ses pattes des deux paires postérieures très longues et fort grêles.

L'*H. androgynus* est représenté par deux femelles adultes capturées à plusieurs centaines de kilomètres l'une de l'autre, entre le Sénégal et les îles du Cap Vert. Si je mentionne ce fait, c'est que les deux exemplaires sont caractérisés par un hermaphrodisme incomplet qui semble bien être un caractère spécifique; l'un et l'autre, en effet, présentent un thélycum et des orifices sexuels femelles bien développés, mais en outre, un pétasma sur les pléopodes antérieurs et les trois appendices caractéristiques du mâle sur ceux de la paire suivante. Il est vrai que le pétasma n'a point acquis son entier développement et que les orifices sexuels masculins ne sont pas développés.

Abstraction faite de cette particularité curieuse, l'*H. androgynus* se rapproche beaucoup de l'*H. microps* S.-I. Smith, dont il se distingue par ses yeux plus développés, la présence d'une dent branchiostégiale accessoire sur le bord antérieur de la carapace, le développement assez net de la carène post-cervicale, la réduction de l'article terminal de l'endopodite des pattes-mâchoires antérieures, article qui est beaucoup moins long que le précédent, la présence d'un denticule à l'extrémité de la carène dorsale des segments abdominaux 4 ou 5. Les pattes des deux paires postérieures sont semblables à celles de l'*H. debilis*. Les deux types furent pris par le *Talisman* entre 3000 et 4000 mètres de profondeur. Dimension longitudinale moyenne, 60 millimètres.

L'*H. affinis* est un représentant fort typique du deuxième

groupe établi ci-dessus; tandis que ses pattes de la quatrième paire atteignent à peine l'extrémité des pinces précédentes, les pattes postérieures, fines et grêles comme dans le premier groupe, dépassent les pédoncules antennulaires de toute la longueur du propodite (qui est aussi long que le carpe) et du doigt. Au surplus, l'*H. affinis* est certainement très voisin de l'*H. modestus* dont il diffère : 1° par son armature rostro-carénale qui compte toujours 6 dents au lieu de 7; 2° par la longueur de ses fouets antennulaires qui dépassent d'un quart celle de la carapace (avec le rostre); 3° par les dimensions relatives de l'écaille antennaire et des pattes-mâchoires internes, la première atteignant à peine le quart distal du propodite des secondes; 4° par la structure de leurs pattes de la quatrième paire dont le carpe est notablement plus long que le méropodite, tandis que le doigt n'atteint pas la moitié de la longueur du propodite; 5° par la forme de l'exopodite des uropodes qui, au lieu d'être semi-elliptique comme dans l'*H. modestus*, est presque carrément tronqué en arrière. Des exemplaires assez nombreux de cette espèce furent capturés par le *Talisman* aux îles du Cap Vert, sur des fonds de 100 et de 410 mètres; un spécimen provient des Barbades où il fut pris par le *Blake* à 82 brasses de profondeur. Dimensions de l'*H. debilis* et de l'*H. androgymus;* test mince, assez ferme.

L'*H. robustus* est une espèce de grande taille, à carapace couverte d'une villosité courte et serrée, à téguments épais et résistants; son rostre horizontal, légèrement relevé au sommet, peut arriver à l'extrémité des pédoncules antennulaires; ses pattes de la quatrième paire n'atteignent pas tout à fait l'extrémité des pinces précédentes, celles de la cinquième paire les dépassent un peu; la pointe du telson est courte, le doigt des pattes-mâchoires intermédiaires est plus long que le carpe, et l'exopodite des mêmes appendices atteint presque l'extrémité du méropodite. Déterminée par A. Milne-Edwards sous le nom de *Penaeopsis ocularis*, étudiée sous ce nom par M. Faxon et considéré par l'auteur de cette note comme le type du genre *Faxonia (F. ocularis)*, cette espèce est évidemment très voisine du *Penaeopsis diomedeæ* Faxon qui doit se ranger dans le même genre.

D'après M. Faxon lui-même, l'*H. diomedeæ* se distingue de notre espèce par sa carapace dépourvue de poils, par son rostre plus allongé, par l'exopodite simple et réduit des pattes-mâchoires intermédiaires et postérieures, enfin par le développement d'une petite branchie à la base des pattes-mâchoires antérieures. L'*H. robustus* paraît localisé dans la mer des Antilles, et l'*H. diomedeæ* dans le Pacifique oriental.

J'ai indiqué plus haut les caractères propres de l'*H. carinatus* et de l'*H. tropicalis* qui ressemblent aux *Artemesia* par leurs palpes mandibulaires et pour lesquels j'avais cru devoir établir le genre *Parartemesia* (**1895**[b]). La première fut capturée par le *Hassler* à l'embouchure du Rio de la Plata, elle présente de courts exopodites à la base des appendices thoraciques des sept paires postérieures; dans le second, qui habite les Antilles, les mêmes exopodites sont tous remarquablement allongés.

# BIBLIOGRAPHIE


1881. Sp. Bate. — *On the Penæidæ*, Ann. and Mag. Nat. Hist. (5), vol viii.

1885. S.-I. Smith. — *On some genera and species of Penæidæ, mostly from recent Dredgings of the United States Fish Commission*, Proc. U. S. Nat. Mus. 1885.

1895. W. Faxon. — « Albatross », *the stalk-eyed Crustacea*, Mem. Mus. Comp. Zool., vol. xviii.

1901. A Alcock. — *A descriptive catalogue of the Indian deep-sea Crustacea, Decapoda Macrura and Anomala, in the Indian Museum.*

1905a. E.-L. Bouvier. — *Sur les Pénéides et les Sténopides recueillis par les expéditions françaises et monégasques dans l'Atlantique oriental*, C. R. Acad. des Sciences, t. cxl.

1905b. E.-L. Bouvier. — *Sur les macroures nageurs* (abstraction faite des Carides) *recueillis par les expéditions américaines du* « Blake » *et du* « Hassler », C. R. Acad. des Sciences, t. cxli.

[redacted]

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
N° 82. — 9 Juillet 1906

# Cours d'Océanographie

## Fondé à Paris par S. A. S. le PRINCE DE MONACO

*(Deuxième Année)*

**Conférence du 3 Février 1906**

## *Distribution des Algues : algues fixées, algues du Plankton.*

par **M. L. MANGIN**
Professeur au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris.

MESDAMES, MESSIEURS,

Vous savez peut-être que parmi les lois qui règlent les rapports des êtres vivants, il en existe une extrêmement importante qui va nous guider dans cette leçon. Les êtres qui peuplent le globe se partagent en deux catégories : ceux qui sont verts et ceux qui ne le sont pas; ceux qui sont verts renferment dans leurs tissus cette matière verte appellé chlorophylle, qui leur permet de se nourrir de toutes les substances contenues dans l'air ou dans le sol; ceux qui ne le sont pas sont incapables de se nourrir au moyen des matériaux que l'air ou le sol renferment et ils doivent, pour subvenir à leur subsistance, manger les débris ou les végétaux verts ou se manger les uns les autres.

Tout ce qui vit à la surface du globe est donc subordonné à

l'existence de cette petite quantité de matière verte que vous voyez au printemps poindre aux sommités des arbres et dont la vue réjouit le cœur de tous, qu'ils soient heureux ou malheureux.

A la surface du sol, ce sont toutes les plantes qui constituent les êtres les plus variés du règne végétal : Phanérogames, Cryptogames vasculaires, Mousses etc. ; dans l'eau, les organismes verts sont beaucoup moins variés et si nous considérons ceux qui sont dans la mer, nous remarquons qu'ils n'appartiennent guère qu'à un groupe dont nous devons nous occuper ce soir, au groupe des Algues.

La population si variée dont mes collègues vous ont entretenu dans les dernières conférences, ne peut vivre que parce qu'il existe dans les eaux marines une grande quantité d'êtres à protoplasmes vert capables de fournir la pâture dont les animaux ont sans cesse besoin.

Les algues sont extrêmement nombreuses, extrêmement variées, bien qu'elles ne constituent qu'un groupe relativement restreint du règne végétal, à peu près 16000 espèces sur les 200000 espèces qu'il renferme.

Elles offrent une variété de formes beaucoup plus considérable que celle qu'on observe chez les autres végétaux ; la variété des formes est accompagnée d'une variété de tailles et de teintes absolument remarquables.

Vous voyez dans ce tableau (Pl. I), une cinquantaine d'espèces d'algues choisies parmi les plus caractéristiques, il donnera une idée des formes qu'elles présentent. Tantôt se sont des lames vertes ou rouges comme les Ulves ou les *Porphyra*, ou des rubans souples ou découpés, portés à l'extrémité d'un cordon fixé au sol par un crampon comme les Laminaires. D'autres ont le port des palmiers, ce sont les *Lessonia*. Elles forment des lames plus ou moins ramifiées comme les *Fucus*, les *Ascophyllum*, des ballonets (*Valonia*) soit des rameaux finement ramifiés (*Dasya*), soit une délicate dentelle etc. Un assez grand nombre de ces algues sont incrustées de calcaires comme les Corallines, les *Lithothamnion* (Fig. 1), et contribuent à former avec les polypiers, les récifs madréporiques.

La taille des algues peut osciller entre un millième de millimètre, c'est la taille des plus petites algues appartenant au

groupe des algues incolorores désignées sous le nom de Bactéries — et 100, 200 et même 300 mètres que peuvent atteindre certaines algues. Vous voyez ici une de ces algues dont les crampons se fixent au fond de la mer. Dans les mers de l'hémisphère sud elle présente une sorte de tige qui vient épanouir, à une petite distance de la surface de l'eau, de longs cordons sur lesquels se trouvent fixées une série de lames munies chacune d'une ampoule servant de flotteur. C'est le *Macrocystis* caractéristique des mers de l'hémisphère sud (Pl. I, Fig. 17). Le *Nereocystis* (Pl. I, Fig. 16) présente aussi une longue tige fixée

Fig. 1. — Lithothamnion, algue calcaire.

par un crampon et se terminant par un flotteur portant un bouquet de lames disposées en éventail. Les Lessonia (Pl. I, Fig. 15) qui voisinent avec les macrocystes ont l'aspect de véritables palmiers et atteignent aussi une taille considérable.

Voici encore une algue intéressante, l'*Alaria esculenta* (Pl. I, Fig. 10), elle se présente sous l'aspect d'une lame très longue fixée au sol par des crampons; elle fournit une gelée alimentaire très employée par les populations des côtes. Tous ces organismes présentent en effet des crampons, des rhizoïdes, des espèces de suçoirs leur permettant d'adhérer énergiquement à

tous les supports et de résister à l'action des vagues. Vous les voyez encore très développés sur ces laminaires : la Laminaire saccharine (Fig. 2) et la Laminaire bulbeuse (Pl. I. Fig. 9 et Fig. 3). En outre des crampons ou des rhizoïdes, la plupart des algues présentent des sortes de ballonnets ou des ampoules remplis d'air qui leur permettent de flotter dans l'eau et d'y épanouir toutes les parties de leur corps.

Fig. 2.
Laminaire saccharine.

La couleur des algues n'est pas moins variée que leur forme. Toutes, à l'exception des plus minimes, les bactériacées, qui sont incolores, contiennent la matière verte qui leur donne cette teinte spéciale particulière aux végétaux verts.

Voici, par exemple, des Entéromorphes, des Ulves (Fig. 4) caractéristiques des eaux saumatres, elles ont une belle teinte verte et on pourrait les prendre pour des feuilles de salades rejetées par les flots sur les rochers.

Chez beaucoup de ces plantes la matière verte est masquée par un pigment d'une autre couleur qui leur donne un aspect très différent; lorsque le pigment surajouté est bleuâtre, on obtient des algues d'un vert bleu plus ou moins foncé; on les appelle des algues bleues.

Si la matière colorante surajoutée est brune, on a les algues brunes dont vous voyez parmi ces échantillons de nombreux exemples, notamment les Laminaires, les Fucus (Fig. 5) et les *Ascophyllum*, les Macrocystes, les Néreocystes.

Dans d'autres cas enfin, les tissus renferment de la matière colorante rouge; ce sont les algues rouges ou poridées que vous connaissez bien parce que beaucoups d'entre elles ont des ramifications si nombreuses qu'elles forment, en se fixant sur le papier, des dessins d'une délicatesse infinie, on les utilise pour faire des cartes postales illustrées. Il est difficile d'apprécier ces variations de teinte à la lumière artificielle.

Le pigment qui accompagne la matière verte des algues ne se conserve pas aussi bien que celle-ci et lorsqu'on met une algue rouge dans l'eau douce — c'est ainsi qu'on procède quand on veut avoir de jolies préparations d'algues — le pigment rouge diffuse dans l'eau, au bout d'un certain temps l'eau devient rouge ou rosée et l'algue prend une magnifique coloration verte. Vous en voyez ici un exemple : l'eau est rose et l'algue qui reste dans ce flacon est devenue complètement verte, le pigment rouge qui masquait la couleur verte ayant disparu.

Fig. 3.
Laminaire bulbeuse,
*(Saccorhiza bulbosa).*

Les algues que je viens de vous montrer sont toutes pourvues d'un appareil de fixation, crampons, rhizoïdes ou suçoirs, elles sont destinées à vivre sur place, adhérant plus ou moins fortement au sol baigné par l'eau; ce sont les algues fixées dont l'ensemble, désigné sous le nom de *benthos*, constitue la population des côtes jusqu'à une certaine distance dans la mer.

Il existe un certain nombre d'algues qui sont dépourvues d'appareils de fixation, ou qui, arrachées par les vagues, se maintiennent par leurs flotteurs; ce sont les algues flottantes qui se

rencontrent à une grande distance des côtes. Elles forment le Plankton ou du moins la partie végétale du Plankton, le *Phytoplankton* ainsi qu'on le désigne.

## I

Examinons d'abord les algues fixées. Elles se rencontrent en grande quantité dans les eaux marines où elles ne sont guère mélangées qu'à quelques monocotylédones : Zostères, *Posidonia*,

Fig. 4. — *Ulva lactuca*, algue verte des eaux saumâtres.

*Cymodocea*; en plus faible quantité dans les eaux douces où elles sont mélangées à un grand nombre de phanérogames : roseaux, Joncs, Potamots, *Naias*, etc.

Elles n'existent pas dans toutes les régions. Quand la mer présente un sol sablonneux dont les grains sont mis en mouvement sous l'action du courant ou du vent, aucune algue ne

peut s'y développer, elle manque de support stable. Ceux d'entre vous qui ont visité les côtes entièrement sablonneuses ou vaseuses, n'y ont jamais vu d'algues : elles ne se développent dans les sols meubles que toutes les fois qu'on se trouve dans une baie, à l'abri des courants où l'eau est tranquille. Là, des algues microscopiques dont je parlerai dans un instant, des Diatomées, se développent en si grand nombre que le fond en est entièrement couvert et prend une teinte brune caractéristique; c'est ce qui a lieu à l'embouchure de l'Elbe, dans l'Adriatique et dans un très grand nombre de lacs.

Fig. 5. — *Fucus vesiculosus*.

Lorsque le sol est constitué par des rochers qui s'effritent facilement sous l'action de l'eau et des variations de température, les algues ne se fixent pas davantage, car dès qu'une algue a commencé à végéter, elle est enlevée avec le morceau de roche sur lequel elle vivait. Ce n'est que sur les sols rocheux compacts que les algues peuvent prendre racine. Là, elles se fixent avec les appareils dont j'ai parlé, de façon à résister aux vagues. Cependant, toutes les fois que les rochers sont battus par la mer au point d'être polis, comme vous l'avez vu aux environs de Penmark ou aux environs du Conquet, les algues ne peuvent pousser, des rochers de grande étendue restent dépouillés parce qu'ils sont sans cesse balayés par des vagues puissantes.

Lorsque les rochers sont trop durs, les crampons ne peuvent adhérer fortement et les vagues, mêmes faibles, les déchaussent facilement.

Au contraire, toutes les fois que les rochers sont relativement à l'abri, ou lorsque les crampons peuvent être solidement fixés, ils se couvrent d'algues. En voici un exemple pris à l'embouchure de la Gironde près de Royan (Pl. III, Fig. 1). La bande noire que vous apercevez marque la limite des eaux les plus élevées. Les algues vont même un peu plus haut que cette limite.

Fig. 6. — *Pelvetia canaliculata.*

Vous voyez des roches couvertes d'algues, au point qu'elles forment un dépôt de plusieurs centimètres, quelquefois un mètre et plus, le rocher en est si complètement couvert qu'il n'est plus visible et que toutes ses anfractuosités sont masquées; comme le tissu des algues est un peu visqueux, la marche sur les tapis qu'elles forment est pénible et dangereuse.

Lorsqu'il existe un support suffisamment résistant pour permettre aux algues de se fixer, l'apparition et le développement de ces plantes sont soumis à un certain nombre de conditions. Ces conditions sont : le mouvement ou la stagnation de l'eau,

les variations de salure, les variations de l'éclairement et de la température.

Examinons d'abord l'influence exercée par les mouvements de l'eau.

Au voisinage des côtes, l'eau peut présenter un niveau à peu près constant dans les mers sans marée comme la Méditerranée; au contraire, dans les mers à marées, (Océan, Manche etc.), elle

Fig. 7. — *Himanthalia lorea.*

peut offrir des dénivellations allant de 1 à 15 mètres. On appelle zone littorale, dans les mers à marées, la région comprise entre la haute et la basse mer; on appelle zone sublittorale celle qui s'étend jusqu'à 40 mètres en profondeur; enfin on nomme zone élitorale celle qui s'étend dessous de 40 mètres. Dans les mers sans marées, la zone littorale est de 1 ou 2 mètres. Dans cette zone vivent un certain nombre d'algues, notamment les *Pelvetia*, les *Fucus*, les *Ascophyllum*. On les trouve au niveau de

la haute mer et même au-dessus. Vous avez sans doute remarqué que les roches battues par les embruns, sans cesse mouillées par les poussières d'eau que les vagues rejettent, sont peuplées d'une série d'algues spéciales. Je vous citerai même un lichen, le *Lichina*, qui couvre les rochers au-dessus du niveau de la mer et végète très bien dans ces conditions. Cette plante est constituée par une série de ramifications noires fortement enche-

Fig. 8. — *Sargassum bacciferum.*

vêtrée et dans certains endroits les rochers en sont entièrement couverts. Leur niveau est toujours supérieur à celui de la haute mer.

Au-dessous viennent une série d'algues : les *Pelvetia* (Fig. 6) qui se trouvent dans les régions le plus longtemps découvertes. Ces plantes, fixées sur le granit, résistent à la dessication pendant l'intervalle qui sépare deux marées successives. C'est leur condition de vie. Elles peuvent être rencontrées un peu au-dessous

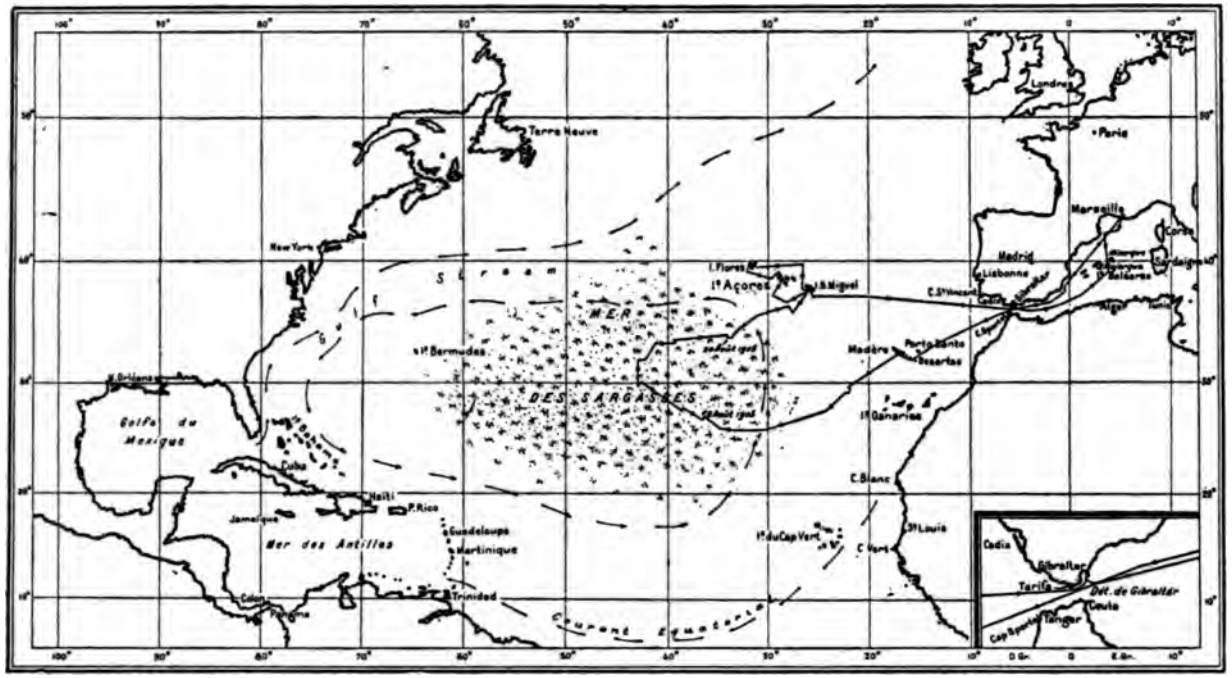



FIG. 9. — Itinéraire de la *Princesse-Alice* pendant la campagne de 1905. (Carte dressée par M. Tollemer). Mer des Sargasses.

du niveau de la mer, mais les formes les plus belles et les plus vigoureuses apparaissent toujours dans des régions à peine recouvertes ou sans cesse battues par les embruns.

Fig. 10. - *Triceratium Favus.*

Au-dessous de la zone des *Pelvetia* commence la zone des varechs où l'on trouve le *Fucus vesiculosus* (Fig. 5), le *F. serratus*, l'*Ascophyllum nodosum*. Voici un vase qui renferme le fucus vésiculeux. Il est fixé sur le rocher que vous voyez au fond de l'eau. Le thalle est formé de lames brunes fixées sur un court pédoncule et présentant, de place en place, de petites ampoules remplies d'air que les enfants s'amusent à faire éclater. Ces algues, quelle que soit leur masse, dès qu'elles sont recouvertes par l'eau de mer, s'épanouissent de façon que toutes les parties soient aussi bien éclairées que possible. Ces fucus peuvent être découverts et recouverts à chaque marée. Comme les pelvetia, ces plantes supportent une dessication momentanée, bien qu'en raison du niveau inférieur où elles vivent, la dessication soit moins forte que pour l'espèce précédente; les figures ci-jointes représentent des rochers couverts de fucus (Pl. II, Fig. 1) et d'ascophylles.

Fig. 11. — *Licmophora flagellata.*

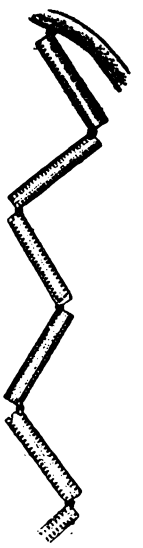


Fig. 12.
*Diatoma vulgare.*

Si nous descendons un peu plus bas, nous voyons d'autres algues : les *Himanthalia* et les laminaires. Voici la laminaire saccharine (Fig. 2), les crampons sont solides et il a fallu dépenser beaucoup

de force pour arracher ce pied à son rocher. La laminaire bulbeuse est beaucoup moins longue (Fig. 3), mais sa fronde et étalée et divisée en un certain nombre de lames courtes. Les *himanthalia* (Fig. 7) présentent cette particularité d'avoir leur corps formé d'un disque plus au moins longuement pédicellé présentant de longues lanières où se développent les organes reproducteurs.

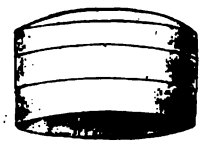


Fig. 13. *Antelminellia gigas.*

Quand on examine les côtes rocheuses de l'Océan ou de la Manche à marée basse, les diverses algues que nous venons de mentionner marquent des niveaux différente.

Vous voyez un rocher couvert de Fucus (Pl. II, Fig. 1), en voici un autre couvert d'*Ascophyllum* : ce sont les algues brunes que l'on aperçoit à chaque marée, même en morte eau. Elles sont si abondantes que lorsqu'on navigue près des côtes, on reconnaît la bande occupée par les fucus immédiatement au-dessous du niveau des hautes mers. Si, au contraire, on examine une marée beaucoup plus forte, on trouve les rochers couverts d'himanthalia.

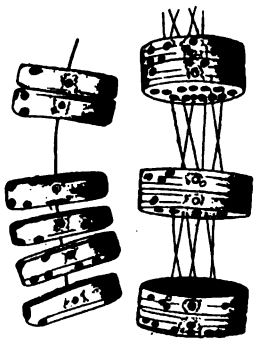


Fig. 14. — *Coscinodiscus polychordus* à gauche. — *Thalassiosira Clevei* à droite.

Vous voyez ici la racine au moyen de laquelle la plante végète; au-dessus se développe l'appareil reproducteur, avec ses superbes et immenses lanières (Fig. 7, p. 9). Dans la même zone se trouvent les laminaires. Voici une plage aux environs de Roscoff, couverte de ces algues (Pl. II, Fig. 2). Je dois cette photographie à l'obligeance de mon collègue M. Joubin. Vous le voyez, les laminaires forment un véritable champ. Il est très rare de voir les laminaires aussi complètement découvertes; elles désignent les roches les plus basses que la mer puisse découvrir sur les côtes de l'Océan.

Outre l'action mécanique des eaux qui intervient pour répartir les algues d'une certaine manière, le degré de salure joue dans cette répartition un rôle important. L'eau de mer

renferme du sel marin (chlorure de sodium) et d'autres sels en moins grande quantité. La proportion de sels varie entre 3 et 4 °/₀ suivant les mers. Dans cet ensemble le sel marin représente environ 2,9 à 3 °/₀.

Quand on s'approche des estuaires, la proportion diminue en même temps que le poids spécifique de l'eau. L'exemple le plus caractéristique nous est offert par la Baltique. Au sud de cette mer, on trouve une salure d'à peine 1,75. Puis la salure s'abaisse, au fur et à mesure que l'on s'avance dans les golfes, à 0,50 °/₀ et même 0,15; dans le nord de la Baltique il n'existe plus que de l'eau presque douce. Dans cette partie de la Baltique on trouve des algues

Fig. 15. *Rhizosolenia styliformis.*

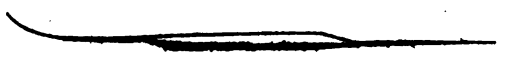


Fig. 16. — *Rhizosolenia semispina.*

extrêmement variées. D'une manière générale on constate que les eaux douces renferment surtout des algues vertes. Dans les eaux marines, les algues brunes et les algues rouges dominent. Cependant un certain nombre d'algues vertes, comme les Entéromorphes, vivent dans l'eau salée. Mais il est plus rare de voir des algues brunes et surtout des algues rouges vivre dans l'eau douce.

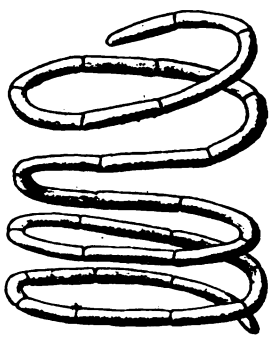


Fig. 17. — *Rhizosolenia Stolterfothii*, chaîne de plusieurs individus.

Par conséquent la répartition des algues le long des côtes dépend beaucoup de la quantité de sel contenue dans l'eau. Vous avez tous remarqué ce phénomène dans les ports situés à l'embouchure d'une rivière.

Voici l'embouchure d'une petite rivière dans laquelle la mer, comme vous le savez, peut remonter assez loin. Les algues ne

sont pas celles qu'on rencontre dans les régions exclusivement maritimes. On trouve notamment les Ulves, les Entéromorphes qui ressemblent à des feuilles de salade rejetées par les flots. Les Fucus peuvent encore remonter assez haut parce qu'ils supportent assez bien la diminution de salure. Mais vous ne trouverez dans ces eaux saumâtres aucune algue rouge. Celles-ci sont, en effet, très sensibles aux modifications de composition saline, et leur disparition est un signe certain de la diminution de salure.

Au contraire, les Fucus, les Ascophyllum, les Entéromorphes peuvent supporter des variations de salure telles qu'on les voit remonter le courant de l'eau et qu'on voit ensemble des plantes d'eau douce, des phanérogames avec des fucus; on est étonné de trouver un mélange de plantes d'eau douce et de plantes d'eau salée.

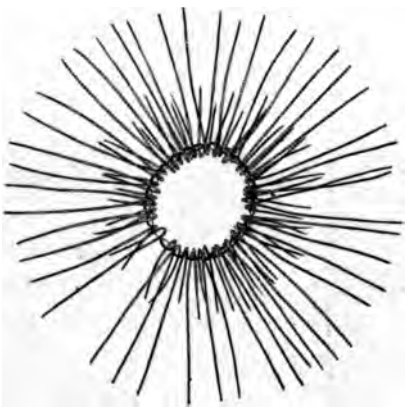


Fig. 18. — *Chætoceras secundum*, chaîne d'individus.

Certaines algues vivent même dans des eaux extrêmement salées; tous ceux qui ont visité des marais salants ont pu constater que la surface de l'eau est souvent d'une magnifique teinte rouge; cette teinte est due à une algue rouge, une monadinée, qui est verte ou rouge et qui peut vivre dans une eau renfermant jusqu'à 23 % de sel. Il est rare de trouver des algues aussi peu sensibles à l'action du sel; cependant les Ulves et les Entéromorphes peuvent aussi bien vivre dans de l'eau renfermant 7 à 10 % de sel que dans l'eau douce; ce sont des algues presque indifférentes à la composition de l'eau. Les algues rouges, au contraire, comme nous l'avons vu, ne supportent pas ces variations.

Un des facteurs les plus importants de la distribution des algues est la lumière. Cela se conçoit puisque les radiations

solaires directes ou diffusées sont nécessaires à la constitution de ces végétaux. Or, les radiations, en pénétrant dans l'eau, sont absorbées et d'autant plus, que la couche d'eau traversée est plus profonde, de telle sorte qu'à une certaine profondeur l'obscurité règne dans l'eau et aucune algue ne peut vivre.

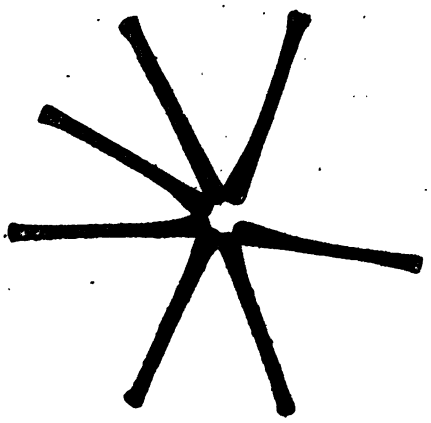


Fig. 19. — *Asterionella gracillima.*

Mais l'absorbtion des radiations est très inégale si, par exemple, on fait passer des rayons lumineux au travers d'un tube plus ou moins long renfermant de l'eau de mer, on constate que la lumière est blanche à peu de distance de la surface, mais à mesure que l'épaisseur d'eau traversée augmente, la couleur change, et avant l'extinction, la lumière dans les couches profondes a une teinte bleue caractéristique.

Représentons par un rectangle la quantité de lumière que fournit un rayon de lumière blanche et sur la base de ce rectangle marquons la série des rayons rouge, orangé, jaune, vert, bleu, indigo, violet, c'est-à-dire les couleurs qui constituent l'arc-en-ciel ou le spectre. A la surface de l'eau la totalité de la lumière fournie par chacune de ces radiations peut être utilisée par les algues. Après avoir traversé une épaisseur de 10 mètres, on constate une absortion déjà considérable des radiations; à cette profondeur, le rouge ne laisse plus passer que 2 °/° de la totalité de la lumière; l'orangé ne laisse passer que 8 °/₀, le jaune, 32 °/₀, l'indigot et le violet, 75 °/₀, de telle sorte qu'à cette profondeur il y a encore une certaine quantité de jaune, mais il n'y a presque plus de rouge et il n'y a pour ainsi dire plus que du vert, du bleu, de l'indigo et du violet.

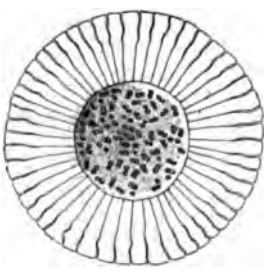


Fig. 20. - *Planktoniella Sol.*

A 100 mètres, le rouge est éteint; il y a encore quelque peu de jaune, mais il ne reste plus qu'environ 8 °/° de bleu, d'indigo et de violet; à cette profondeur la lumière est donc bleue et ne renferme plus trace de rayons rouges.

Cette variation de teinte de l'eau à mesure qu'on s'enfonce dans les profondeurs a une action très intense sur la distribution des algues; ces plantes en effet, ne peuvent vivre qu'à l'aide de la chlorophylle qu'elles contiennent et pour que la chlophylle puisse manifester son activité il lui faut de la lumière. Si donc l'épaisseur de l'eau modifie les radiations qui arrivent dans les couches profondes, il en résultera une distribution très inégale des algues.

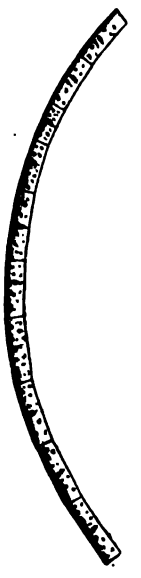


Fig. 21.
*Pyxilla baltica.*

Œrstedt avait indiqué une distribution qui, théoriquement, paraît assez nette; il avait admis que les algues se repartissent dans la profondeur en trois séries : les algues vertes à la surface, les algues brunes un peu plus profondément et les algues rouges dans les régions les plus profondes. Cette distribution, comme nous allons le voir, est rarement réalisée.

La pénétration de la lumière, dans l'eau, n'est pas aussi grande qu'on pourrait le supposer. D'après les expériences que je viens de rapporter, la lumière aurait dû, théoriquement, pénétrer jusqu'à 900 mètres environ. Il n'en est pas ainsi dans la réalité : à Civita Vecchia la lumière pénètre à 90 mètres, dans la mer des Sargasses à 120 mètres, dans le lac de Genève à 42 mètres, dans le lac de Constance à 23 mètres.

Cela s'explique; les expériences que j'ai rapportées ont été réalisées avec de l'eau pure. Mais l'eau de mer ou l'eau des lacs par cela même qu'elle est éclairée, tient en suspension une foule d'organismes qui ont pour effet de diminuer sa transparence et d'empêcher les rayons de pénétrer à une grande profondeur.

Considérons, par exemple, ce qui se passe dans le lac de Constance en été et en hiver : en été la végétation est plus

active et les rayons pénètrent à 30 mètres seulement, tandis qu'en hiver ils pénètrent jusqu'à 50 mètres. Dans le lac de Genève, en été, les rayons ne pénètrent qu'à 45 mètres alors qu'en hiver ils pénètrent jusqu'à 110 mètres.

Ainsi en réalité la profondeur à laquelle la lumière pénètre ne dépasse guère 150 à 200 mètres; au-dessous de cette limite il n'est donc pas possible que les algues qui sont vertes ou dont le pigment vert est masqué par une autre couleur, puissent végéter.

En étudiant la répartition des algues on a observé que les algues fixées ne descendent, dans le lac de Constance, par exemple, qu'à 30 mètres; les algues mobiles, les algues nageantes ont été trouvées jusqu'à 50 mètres, les diatomées à 75, 160 et 260 mètres. On aurait même trouvé des algues jusqu'à 2000 mètres de profondeur; mais on a oublié de s'assurer que les algues rencontrées à 2000 mètres étaient encore vivantes; car les organismes qui flottent dans la mer, tombent peu à peu au fond de celle-ci, lorsqu'ils sont morts; là, ils forment des vases ou des boues d'une épaisseur considérable; les diatomées notamment, couvrent le fond de la mer sur une grande étendue dans les régions froides des deux hémisphères : il n'est donc pas surprenant de ramener des algues des grandes profondeurs; ce qui serait étrange, c'est que ces algues fussent vivantes au delà de 200 mètres, car jusqu'ici nous n'avons pas d'exemple d'algues qui puissent accomplir leur évolution dans ces milieux dépourvus de lumière.

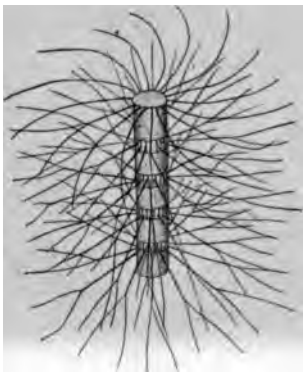


Fig. 22.
*Bacteriastrum varians.*

Puisque la lumière se répartit de façon qu'il ne reste à 200 mètres que des rayons bleus, comment se fait-il qu'on trouve des algues rouges à la surface ou à quelque profondeur dans la mer? Cela tient à ce que les conditions de pénétration de la lumière ne sont pas les mêmes partout. Considérons une côte

couverte d'algues, de fucus, d'ascophyllum, de laminaires, par exemple; toutes ces plantes forment un tapis épais et dans les anfractuosités laissées par les divisions de leur thalle, toutes les conditions déclairement se trouvent réalisées; il n'est donc pas étonnant qu'on trouve dans ces véritables forêts de laminaires, de fucus, des algues extrêmement variées. Toutes les floridées, en effet, se rencontrent au milieu des fucus et des laminaires parce qu'elles y trouvent les conditions d'éclairement qui leur conviennent; mais si ce support vivant leur fait défaut, elles descendent immédiatement à une profondeur de 50, 100 et même 150 mètres.

Fig. 23.
*Fragilaria crotonensis.*

Le mode de répartition des algues tel que Œrstedt l'a admis et qu'on enseigne encore dans tous les livres, serait exact si nous avions des côtes tombant à pic dans la mer de façon que la diminution d'intensité lumineuse se produisit régulièrement. Mais lorsqu'il s'agit de côtes très riches en anfractuosités, avec des rochers, des cavernes, des grottes, les conditions d'éclairement y sont tellement variées qu'on peut trouver, à peu de distance de la surface, toutes les espèces d'algues.

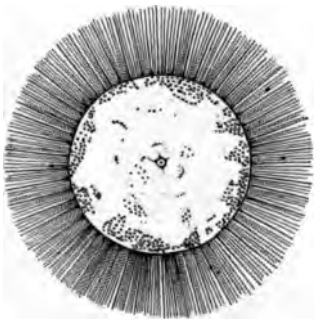


Fig. 23 bis. — *Gösleriella tropica*, plankton marin.

## II

Examinons maintenant les organismes qui forment ce que l'on appelle le Phytoplankton. Ce sont tous les végétaux que l'on rencontre à la surface ou à une faible profondeur de la mer.

On doit d'abord distinguer dans ce Plankton les algues qui parcourent toute leur évolution en flottant ou qui nagent à une certaine période de leur développement. Toutes constituent le

vrai Plankton dont la masse, souvent considérable, se renouvelle plus ou moins rapidement suivant les circonstances. A côté de ces organismes il faut signaler les débris organiques à vitalité faible ou nulle qui flottent à la surface de l'eau et sont accumulés par les courants sur des étendues plus ou moins grandes.

La photographie que vous voyez représente les courants de la surface de la mer ; la direction en est certainement connue de beaucoup d'entre vous. Entre ces courants règnent de larges zones de calme, dans la partie sud et dans le Pacifique. Parmi ces zones de calme, l'une des plus remarquables est celle appelée mer des Sargasses.

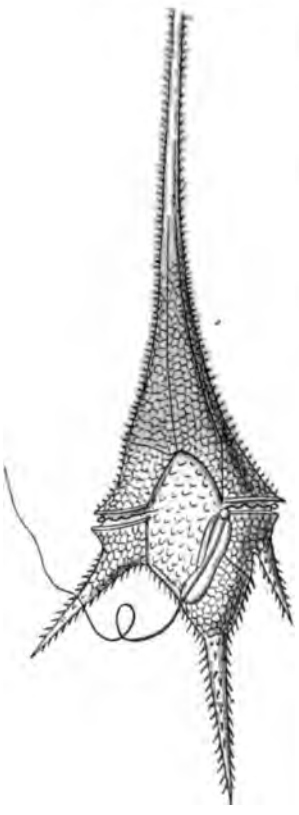


Fig. 24. — *Ceratium macroura.*

Voici une sargasse (Fig. 8, p. 10 et Pl. I, Fig. 1) : c'est une algue dont le thalle ramifié porte des flotteurs sphériques ressemblant à des fruits : on la nomme à cause de cela *Sargassum bacciferum* ou raisin de mer. Cette plante est fixée comme les laminaires; elle ne vit pas dans l'océan Atlantique, mais bien sur les côtes de la Floride et dans le golfe du Mexique où elle couvre les côtes d'une couche comparable à celle que forment les fucus.

Lorsqu'on voyage à travers l'Atlantique, à la latitude des Açores, on rencontre une zone calme où les courants n'existent pas; pour les anciens voyageurs, cette zone constituait, je ne dirai pas une forêt, mais un enchevêtrement d'algues tel que les vaisseaux pouvaient à peine le traverser.

C'est là cette mer des Sargasses que représente la figure 9 telle qu'elle était comprise d'après les relations de de Humboldt. Depuis cette époque, on a observé de près et d'une façon complète la mer des Sargasses; Kunze et plus récemment Krummel

ont détruit la légende d'une « immense prairie flottante » ils ont montré qu'on trouve çà et là des masses de sargasses flottantes, mais toujours par fragments, semblables au rameaux que je vous ai montré (Fig. 8, p. 10). Ces fragments sont plus ou moins volumineux, mais ils ont tous le même caractère : ce sont des algues qui ne se multiplient pas, qui ne se reproduisent pas et meurent peu à peu, se décomposant plus ou moins rapidement. Ces sargasses forment des bancs étendus, disposés perpendiculairement à la direction des vents et laissant des intervalles libres de 100 à 200 mètres. Les amas de ces plantes peu nombreux dans la région externe, augmentent peu à peu vers le centre où l'on trouve 5 à 10 bouquets de sargasses par mètre carré.

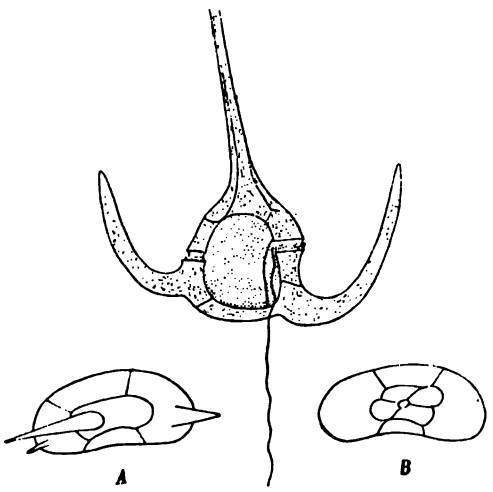



Fig. 25. — *Ceratium tripos*, vue latérale. A, vu en dessus; B, vu en dessous.

Il est facile de comprendre, d'après ces indications, la formation de ces amas flottants. Les courants que vous voyez sur cette carte du Gulf-stream forment, autour de la zone de calme, un tourbillon qui tend à ramener dans cette zone tout ce qui flotte à la surface de la mer. Toutes les fois que la mer est grosse dans le golfe du Mexique, les vagues arrachent des sargasses qui couvrent les côtes et les débris sont entraînés par les courants qui en dispersent une grande partie dans l'Atlantique, mais qui ramènent beaucoup de fragments dans la zone des

calmes. La mer des Sargasses n'est donc pas autre chose qu'un amas de détritus végétaux formés par les Fucacées ou dominent les sargasses; celles-ci continuent à végéter faiblement sans pouvoir se multiplier et, lorsque la vie les abandonne, elles plongent lentement; de nouveaux débris viennent les remplacer qui maintiennent à peu près en état la mer des Sargasses.

Dans le sud de l'Atlantique, dans le Pacifique, il existe des amas analogues qui ne se distinguent de la mer des Sargasses que par la nature des algues qu'on y rencontre.

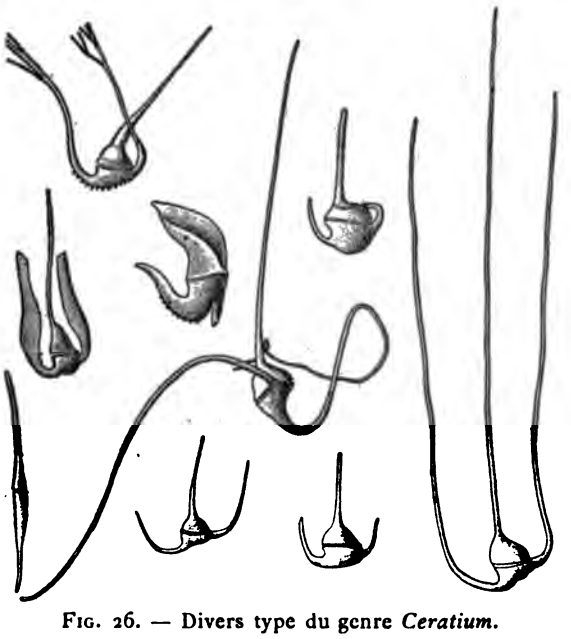


Fig. 26. — Divers type du genre *Ceratium*.

Le vrai Plankton est formé d'organismes capables de vivre dans la haute mer, qui, accomplissent complètement ou en partie leur évolution, soit qu'ils flottent ou qu'ils nagent.

Quels sont donc les végétaux qui contribuent à former le plankton? Ils appartiennent à trois groupes principaux d'algues : ce sont les Diatomées, les Péridiniens et les Cyanophycées ou Schyzophycées. A ces groupes, qui renferment les organismes les plus importants du Plankton, on peut joindre un certain nombre d'algues vertes surtout abondantes et variées dans les eaux douces, plus rares dans la mer.

Les Diatomées sont des algues à carapace siliceuse. Cette carapace, désignée sous le nom de frustule, constitue une véritable boîte formée de deux moitiés semblables s'emboîtant l'une dans l'autre; le fond de la boîte et son couvercle sont garnis de sculptures variées toujours très élégantes, qui permettent de déterminer les nombreuses espèces (environ 6000) que comprend le groupe. La masse protoplasmique emprisonnée dans la carapace siliceuse renferme la matière colorante constituée par un pigment jaune-brun, de sorte que les amas formés par ces algues ont une couleur d'ocre.

La carapace ainsi formée de deux moitiés emboîtées l'une dans l'autre, ne s'ouvre qu'au momment de la division cellulaire,

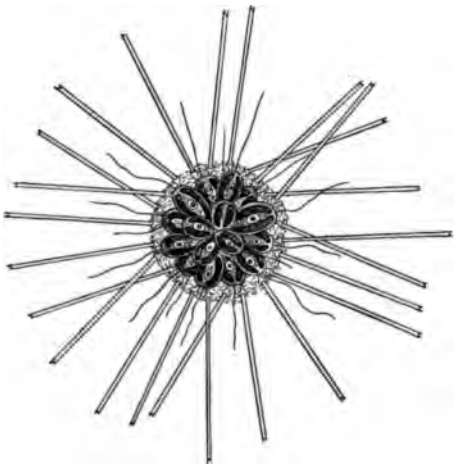


Fig. 27. — *Chrysosphaerella longispina*, plankton d'eau douce.

pendant la période de végétation elle demeure close. Toutefois on observe, et c'est là un fait sur lequel j'appelle votre attention, soit des trous ou pores plus ou moins nombreux, soit une ou deux fentes longitudinales par lesquelles chaque individu peut laisser échapper une gelée qui peut réunir un certain nombre d'individus en une colonie libre ou fixée.

Au point de vue qui nous occupe nous pouvons distinguer : les diatomées de fond qui vivent le long des côtes soit en rampant sur le fond, soit en se fixant sur les algues, les coquilles ou

les débris divers, des diatomées pélagiques qui flottent à la surface de la mer ou à une faible profondeur : ce sont ces dernières qui constituent, dans certaines régions, la masse fondamentale du Plankton.

En général les diatomées des côtes, diatomées de fond, ont une carapace assez épaisse ornée de sculptures variées, elles ont généralement une ou deux fentes ou sutures. Voici une navicule, le *Navicula crabo*, qui couvre le fond de la mer, dans les baies tranquilles, de ses innombrables individus, un *Arachnodiscus* avec les élégantes sculptures de sa carapace discoïde, un *Triceratium* (Fig. 10, p. 10) a carapace triangulaire. Ces espèces sont libres. En voici d'autres qui sont fixées en colonies, des *Licmophora* (Fig. 11, p, 12) réunies en groupes formant de jolis éventails sur un support gélatineux fixé aux rochers, des *Synedra* réunies en bouquets, des *Diatoma* (Fig. 12, p. 12) réunies en chaînes etc.

Fig. 28.- *Dinobryon Sertularia*, plankton d'eau douce.

Les diatomées pélagiques se distinguent par l'absence de sutures, par une carapace mince et dépourvue de sculptures, par une taille souvent considérable; leur poids spécifique est toujours plus faible, à volume égal que celui des diatomées de fond. Je vous signalerai rapidement les formes les plus importantes : *Antelminella gigas* (Fig. 13, p. 13), diatomée géante visible à l'œil nu, le *Coscinodiscus polychordus* (Fig. 14, p. 13) dont les individus sont réunis en colonies par des filaments gélatineux, ainsi que le *Thalassiosira Clevei*, le *Synedra Thalassothrix* et les genres importants de *Rhizosolenia* et de *Chætoceras* si caractéristiques du Plankton. Les *Rhizosolenia* (Fig. 15, 16, 17, p. 14) sont des diatomées cylindriques à extrémités obtuses ou terminées en pointes, isolées ou réunies en chaînes, vous en voyez ici quelques types parmi les plus répandus. Les

*Chœteceras* (Fig. 18, p. 15) sont des diatomées formant des cylindres courts garnis de cornes et associées en longues colonies cylindriques ou circulaires. Signalons encore les *Asterionella* (Fig. 19, p. 16), les *Thalassiothrix* avec leurs élégantes colonies étoilées, les *Planktoniella* (Fig. 20, p. 16), les *Pyxilla* (Fig. 21, p. 17), les *Bacteriastrum* (Fig. 22, p. 18), les *Fragilaria* (Fig. 23, p. 19), les *Gösleriella* (Fig. 23bis, etc.)

Les Péridiniens (Fig. 24, p. 20) sont des algues souvent rapprochés des algues brunes par leur pigment, mais qui présentent deux cils mobiles ou *flagellum* qui les a fait ranger, par les zoologistes, dans le groupe des animaux ciliés. Si quelques espèces ont une membrane mince et souple, la plupart sont pourvus d'une cuirasse formée de plaques associées de manière à former deux valves réunies par une ceinture. Ils ont deux longs cils faibles, l'un disposé longitudinalement et en arrière, l'autre transversal, souvent logé comme le précédent une gouttière. Grâce à ces cils, les Péridiniens nagent rapidement ou tournent sur eux-mêmes. Ces êtres offrent des formes extrêmement curieuses. L'un des genres les plus répandus est le genre *Ceratium* (Fig. 35, p. 21), avec l'espèce *C. tripos* et les nombreuses variétés (Fig. 26, p. 22). Vous voyez ici l'enveloppe d'un *Ceratium tripos* montrant les plaques que forment la cuirasse. Dans quelques genres les deux valves sont inégales, l'une grande, l'autre petite, c'est ce qui caractérise les *Dinophysis* des mers froides; à ce groupe se rattachent les curieux *Ornithocercus*.

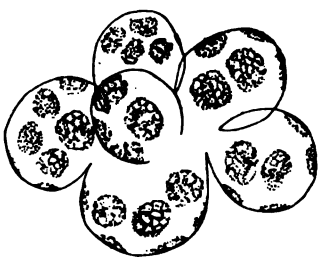


Fig. 29. — *Phæcocytis Poucheti*, plankton des mers froides.

Enfin, les Cyanophycées fournissent de nombreux représentants aux organismes pélagiques : ce sont surtout des algues filamenteuses appartenant au groupe des Oscillaires, telles que les *Trichodesmium*, formées de paquets de filaments qui s'accumulent en si grande quantité à la surface de la mer dans les régions chaudes, que celle-ci devient rouge (mer Rouge), les *Xanthotrichum*, les *Heliotrichum* à filaments groupés en étoiles et enfin les *Katagnymene*.

D'autre part, le groupe des Nostocacées fournit les *Anabæna*, *Nodularia*, *Aphanizomene* qui forment, dans les eaux douces et dans les mers à faible salure, le phénomène bien connu des fleurs d'eau.

Les Diatomées, les Péridiniens et les Cyanophycées ne constituent pas seules les algues pélagiques, un certain nombre d'algues vertes, quelques algues brunes, pourvues de cils ou protégées par une masse de gelée, contribuent aussi à peupler les mers ou les grands lacs.

Parmi les algues flagellées nous pouvons citer les Cryptomonadinées avec les colonies de *Chrysophaerella*, (Fig. 27, p. 23) les *Dinobryon* (Fig. 28, p. 24) si fréquents dans les eaux douces, le *Phæocystis Poucheti* (fig. 29, p. 25) formé de colonies noyés dans une masse de gelée, qu'on rencontre à la surface de la mer dans l'océan Arctique, sur les côtes du Spitzberg et du Groënland.

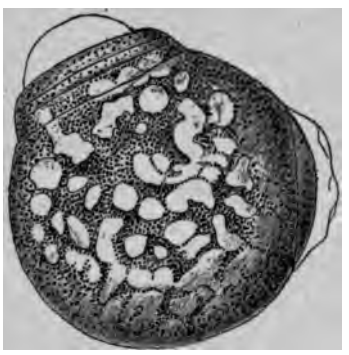


Fig. 30. — *Halosphaera viridis*, plankton marin.

Les algues vertes nous fournissent les *Halosphæra* (Fig. 30) des mers tempérées, les *Chlorella*, les *Scenedesmus*, les *Raphidium* des eaux douces et enfin les *Golenkinia* (Fig. 31), les *Cœlastrum*, les *Pediastrum* avec colonies élégantes flottant daus les eaux.

Les formes que je viens de signaler rapidement se rencontrent à la surface ou a une faible profondeur dans l'eau Comment se maintiennent-elles ainsi. Leur poids spécifique est toujours supérieur à celui de l'eau, bien qu'il ne dépasse ce dernier que d'une faible quantité, même lorsque les algues sont entourées d'une carapace de silice. Par suite, à l'exception des algues flagellées qui ont des mouvements propres, toutes les autres tomberaient peu à peu au fond de l'eau si celle-ci était en repos. Mais on sait que l'eau n'est pas calme, elle présente des courants, sa surface est sans cesse agitée par les vagues ou le vent et les plus légers déplacements qu'elle subit suffisent

pour lui permettre de tenir en suspension les organismes que nous avons décrits. Nous avons vu d'ailleurs que par leurs formes simples ou associées en colonies elles offrent une grande résistance aux plongements. Toutefois, les algues du Plankton finiraient par descendre lentement si elles étaient mortes, mais ce sont des corps vivants qui sont le siège de phénomènes d'assimilation, les produits de l'assimilation : gaz, matières grasses, augmentent la légèreté des algues et celles-ci, à certains moments, remontent à la surface en si grande abondance, qu'elles donnent à la mer ou aux lacs une couleur spéciale; on dit alors que l'eau *fleurit*.

Elle prend en certain points une magnifique coloration rouge. C'est le cas de la mer Rouge, qui doit précisément son

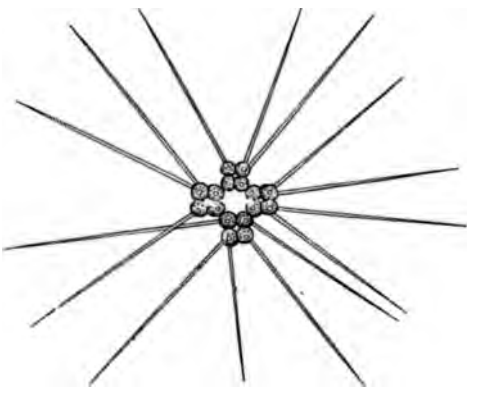


Fig. 31. — *Golenkinia fenestrata*, plankton d'eau douce.

nom à des algues filamenteuses appelées *Trichodesmium Erythraeum*, algues de l'Erythrée. Elles couvrent la surface sur de vastes étendues, au fur et à mesure que sous l'influence de phénomènes d'assimilation elles sont rendues plus légères et montent à la surface.

Dans la Baltique, l'algue qui domine est une oscillaire verte qui donne à l'eau une magnifique teinte verte; c'est aussi une Cyanophycée, l'*Aphanizomenon flos aquæ*. Dans l'océan Arctique, ce sont des diatomées qui viennent à la surface en si grande quantité que l'eau devient noire, (schwarz Wasser, comme

disent les allemands), elle forme des étendues immenses qui servent de pâturages aux baleines et aux animaux qui se nourrissent de cette pulpe de Plankton.

Voilà la caractéristique des organismes du Plankton. Ces organismes vivent à peu de profondeur et, sous l'influence des manifestations de la vie, remontent à la surface, redescendent, remontent, suivant que l'assimilation est plus ou moins intense. Lorsque leur évolution est terminée, ils tombent lentement. Si l'on fait des sondages à 100, 500 mètres de profondeur et davantage, on trouve encore de ces organismes, mais ils sont morts; ils peuvent servir par leurs débris à nourrir des animaux, mais ils ne végètent plus. Il n'y a guère que ceux de la surface qui sont capables de végéter.

Tous ces organismes flottent en quantité considérable à la surface de la mer. Au moyen de filets appropriés, dont la description vous a déjà été faite, il est possible de recueillir tous les organismes qui vivent dans la mer; on a trouvé ainsi que dans les Bermudes, par exemple, la masse de gelée vivante formée par des algues et des animaux de petite taille sur lesquels je n'ai pas à insister, est d'environ 5 centimètres cubes par mètre carré de surface d'eau de mer. Sur les côtes d'Irlande. de Terre-Neuve, très riches en poissons, nous trouvons 220 centimètres cubes par mètre carré de surface d'eau de mer; il y a donc une quantité énorme de gelée vivante jusqu'à 100, 200 et 400 mètres de profondeur.

Dans une autre expérience on a filtré, 2 mètres cube d'eau de mer, on a trouvé dans le résidu du filtre, 5 millions de péridiniens, 630000 diatomées, 80000 copépodes et 65000 animaux divers. Considérons maintenant le plankton d'une baie très remarquable pour sa richesse en poisson dans le voisinage du Cap de Bonne-Espérance. Dans une colonne d'eau de 18 mètres et d'un mètre carré de surface, on a trouvé 5 litres 1/2 de gelée vivante comprenant 8200 millions de bactéries et un très grand nombre d'organismes divers. La baie de Stettin dans la Baltique, qui est très riche en organismes, a fourni dans un mètre cube d'eau 9653000 filaments d'une oscillaire, le *Nodularia spumigena*, qui donne une couleur verte très caractéristique à l'eau.

Il y a donc une quantité considérable de matière vivante et cela est nécessaire pour que les organismes qui vivent dans la haute mer puissent trouver sans cesse leur nourriture.

Les variations du plankton sont remarquables. Dans la Baltique, par exemple, au mois d'avril on trouve environ 44 millions d'organismes par mètre carré tandis qu'il y en a

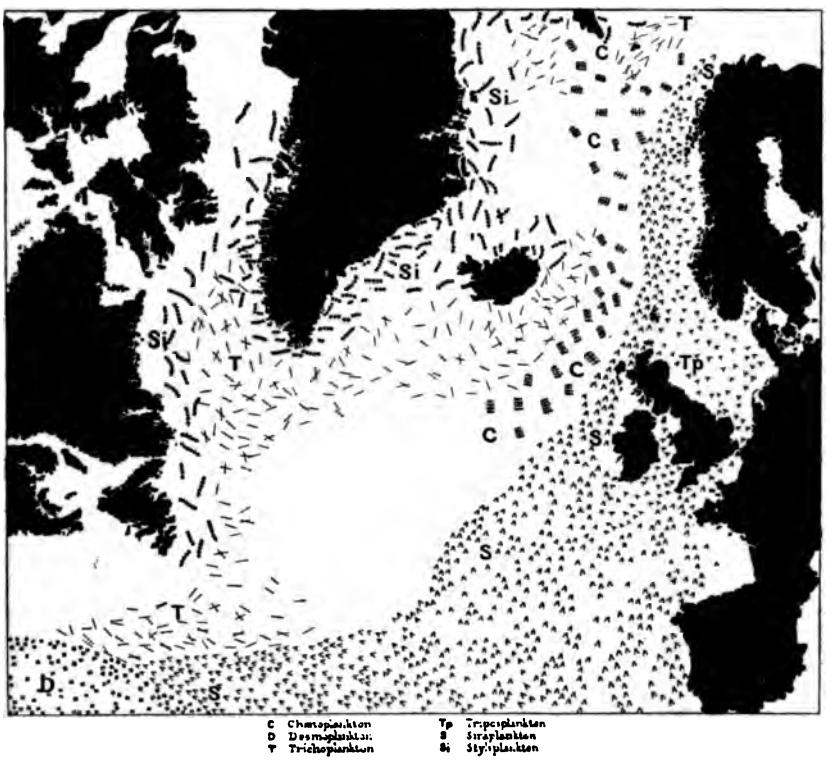



Fig 32. — Distribution du plankton dans l'Atlantique nord. (D'après Cleve).

environ 147 millions au mois d'octobre; la proportion varie notablement suivant les saisons. Cette proportion varie d'abord à cause de l'évolution même des organismes du plankton; elle varie aussi parce qu'une grande quantité du plankton est mangée par les animaux; ce sont là deux causes qui se balancent sans cesse pour maintenir à peu près constante, suivant les saisons, la quantité de matière vivante.

Je vais, pour terminer, vous montrer un essai de géographie planktonique tenté par Clève sur la répartition de ces organismes dans les différentes mers.

Cette carte (Fig. 32) représente le nord de l'océan Atlantique

Fig. 33. — Distribution du plankton dans la mer du nord. (D'après Cleve).

le Groënland, l'Islande, l'Angleterre et la côte des Etats-Unis. On a représenté les orgaismes divers du plankton de

surface. D représente les régions couvertes de *Trichodesmium*, algues qui colorent l'eau en rouge. Voici sous les initiales S, T, Si, C. les diatomées de toutes sortes qui viennent de l'Océan Arctique et qui descendent grâce aux courants froids jusqu'au niveau indiqué tandis que les autres plantes montent le long de la Baltique pour couvrir toute cette étendue. Les péridiniens marqués par l'initiale Tp et constitués en grande quantité par le *Ceratium Tripos* et ses variétés, se rencontrent en grande quantité dans la mer du Nord. La place restée vide au milieu de cette carte indique les régions qui n'ont pas encore été explorés.

L'un des types les plus importants par son étendue est ce que Cleve a désigné sous le nom de *Styliplankton* (Si), les Diatomées y sont très nombreuses avec les formes caractéristiques *Rhizosolenia styliformis*, *R. alata* associés, dans le sud au *Chœtoceas Lorenzianus*, dans le nord au *R. gracillima*.

Le *Tripoplankton* Tp. est caractérisé par l'abondance des Cilioflagellates (Péridiniens) et des Entomostracés, l'absence ou la rareté des Diatomées; il renferme surtout le *Ceratium tripos* et ses nombreuses variétés et domine, pendant l'été, dans la mer du nord.

Le *Trichoplankton* (T) est caractérisé par *Rizosolenia semispina* et *Thalassiothrix longissima*, il se rencontre dans la mer du Groënland, au Spitzberg, il comprend ainsi le *Chœtoplankton* (C) avec *Chœtoceras decipiens*, *Ch. borealis*, *Ch. constrictus*.

Le *Siraplankton* (S) de l'océan Arctique est caractérisé par le *Thalassiosira Nordenskioldii*.

Enfin, le *Desmnoplankton* (D) est caractérisé par les *Thichodesmium* des mers chaudes.

Dans la mer du nord, le Plankton (Fig. 33) est aussi très varié; cette mer est remplie par les péridiniens du genre *Ceratium (C. tripos)* qui se mélangent à des formes néritiques, le *Coscinodiscus Concinnus* (Nh) qui se détache des côtes, et par toute une série d'organismes verts, et l'*Halosphaera viridis* (Nc) notamment qui se mélangent intimement aux précédents et qui modifient considérablement la flore de cette région.

Il serait intéressant de multiplier et de continuer ces essais ; ils montrent qu'à chaque instant la végétation se modifie à la surface de la mer et de ce fait la répartition des êtres qui vivent sous la dépendance de ces plantes se modifie également. Pour connaître l'évolution des poissons ou d'autres organismes qui vivent dans la mer, il faut d'abord étudier l'évolution des algues qui servent de nourriture à ces organismes.

Vous voyez donc que l'étude de la répartition des algues sur les côtes et en pleine mer, pour aride qu'elle paraisse, n'en a pas moins une importance économique considérable puisque c'est grâce à cette étude que l'on pourra, plus tard, fixer les conditions de la pêche maritime et formuler les règles de l'exploitation méthodique de la mer.

# EXPLICATION DE LA PLANCHE I

1. *Sargassum bacciferum.*
2. *Hormosira Banksii.*
3. *Fucus vesiculosus.*
4. *Fucus serratus.*
5. *Dictyota atomaria.*
6. *Homœostrichus Sainclairii.*
7. *Padnia pavonia.*
8. *Zanardinia collaris.*
9. *Saccorhiza bulbosa.*
10. *Alaria esculenta.*
11. *Agarum Gmelini.*
12. *Thalassiophyllum clathrus.*
13. *Laminaria longicuris.*
14. *Laminaria saccharina.*
15. *Lessonia fuscescens.*
16. *Nereocystis Luetkeana.*
17. *Macrocystis pirifera.*
18. *Stipocaulon scoparium.*
19. *Porphyra laciniata.*
20. *Phyllophora membranifolia.*
21. *Callophyllis laciniata.*
22. *Rhodymenia palmata.*
23. *Nitophyllum Gmelini.*
24. *Nitophyllum punctatum.*
25. *Nitophyllum Crozieri.*
26. *Delesseria sauguinea.*
27. *Glossopteris Lyallii.*
28. *Schizoneura quercifolia.*
29. *Claudea elegans.*
30. *Odonthalia dentata.*
31. *Laurencia cæspitosa.*
32. *Cladhymenia Lyallii.*
33. *Pterosiphonia parasitica.*
34. *Polyzonia elegans.*
35. *Polyides rotundus.*
36. *Corallina officinalis.*
37. *Corallina rubens.*
38. *Lithophyllum fasciculatum.*
39. *Chœtomorpha Darwinii.*
40. *Ulva latissima.*
41. *Ulva Cornucopiæ.*
42. *Struvea plumosa.*
43. *Caulerpa cactoïdes.*
44. *Caulerpa scalpelliformis.*
45. *Acetabularia mediterranea.*
46. *Valonia utricularis.*
47. *Halymeda macroloba.*

Planche représentant un certain nombre d'algues fixées.
(D'après le *Nouveau Larousse illustré*).

Fig. 1. — Rocher couvert de Fucus aux environs du Laboratoire de Roscoff.

Fig. 2. — La zone des Laminaires découverte par une très grande marée à l'île Duon, près Roscoff. (Cliché de M. le Dr Robert).

Fig. 1. — Rocher de la Couronne à Meschers, près Royan, montrant à mer basse, la zone des Fucus, celle des Balanes à l'usure du rocher. (Cliché Victor Billaud, à Royan).

Fig. 2. — La roche percée, à Vallières, près Royan, montrant la zone des Fucus et la paroi verticale, au pied des falaises, couverte d'huîtres portugaises. (Cliché Victor Billaud à Royan).

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
No 83. — 1er Novembre 1906.

# *Farrea occa* (Bowerbank) var. *foliascens* n. var.

par **E. TOPSENT**
Chargé de cours à la Faculté des Sciences de Caen.

S. A. S. le Prince de Monaco a recueilli à deux reprises une *Farrea* qui me paraît représenter une variété facile à reconnaître et par suite dénommable de l'espèce *F. occa* (Bowerbank).

La première fois, en 1896, aux Açores, dans le N. de Fayal (Stn. 703), le chalut du yacht *Princesse-Alice* avait ramené d'une profondeur de 1360 mètres la base d'un spécimen de cette variété, malheureusement mort depuis longtemps, mais si intéressant par son allure que j'en fis publier deux figures (1). Le vaste rayon de courbure des lames qui le composaient encore le distinguait de toutes les *Farrea* à tubes anastomosés et d'un calibre au contraire restreint, que j'avais été à même d'étudier, si bien que je supposais tenir le type de quelque espèce nouvelle ou le représentant de quelque espèce ancienne incomplètement décrite.

Au cours de la Campagne de 1905, la même *Farrea* fut de nouveau trouvée à une faible distance dans l'ouest de Madère (Stn. 2048) par 1968 mètres de profondeur. C'est la partie supé-

(1) TOPSENT (E). *Spongiaires des Açores*. Résultats des Campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, Prince Souverain de Monaco, fasc. XXV, p. 44, pl. VI, fig. 1 et 2. Monaco, 1904.

rieure d'un spécimen qui, seule, fut cette fois obtenue. Elle avait, en raison de sa structure fort délicate, beaucoup souffert dans l'engin au cours de l'opération et s'y était morcelée en de nombreux fragments tous en forme de larges lamelles flexueuses.

L'examen attentif de ces lamelles, dont la plus grande mesure 9 centimètres de hauteur sur 5 centimètres de largeur, donne l'impression qu'en position naturelle elles ne constituaient pas les parois de tubes; aucune d'elles, en effet, ne s'enroule assez sur ses bords pour laisser supposer que ceux-ci sont destinés à se rejoindre; la plus fortement enroulée de toutes n'offre que des courbures de plus de 3 centimètres de rayon. J'avoue, d'ailleurs, n'avoir eu nul succès au jeu de patience qui consistait à raboutir ces pièces ensemble; je ne possède même, à proprement parler, aucune preuve qu'elles proviennent réellement d'un spécimen unique. Mais, si elles n'ont rien ajouté à notre connaissance de l'Eponge en ce qui concerne sa configuration générale, elles ont présenté l'avantage de fixer nos idées au sujet de l'espèce à laquelle il convient de la rattacher, car la plupart d'entre elles étaient, les unes en totalité, les autres en partie, revêtues de leurs parties molles avec les spicules libres encore en place. Sur plusieurs s'observent des aires mortifiées où brusquement la charpente dictyonale est à nu.

Cette charpente est pareille à celle de *Farrea occa :* composée de plusieurs couches d'hexacts dans le spécimen de la station 703, qui est une base d'individu, elle n'en compte plus qu'une seule dans les jeunes fragments de la station 2048. Ces hexacts soudés, dont les actines libres, courtes et coniques, se montrent seules raboteuses, dessinent un réseau à mailles quadrangulaires; leur épaisseur est d'environ 80 à 100 μ.

Les pentacts libres superficiels abondent, pareils sur les deux faces. Sur de grandes étendues de surface on les voit, disposés avec une régularité parfaite, se mettre en rapport entre eux par leurs actines tangentielles et, de la sorte, limiter eux aussi les mailles carrées d'un réseau. Leur actine proximale, droite, ornée de quelques épines à sa naissance et raboteuse à son extrémité, est longue de 470 à 515 μ; les actines tangentielles, un peu incurvées comme de coutume, et longues de 140 à 155 μ,

sont sur leur bord externe armées de pointes remarquablement robustes puisqu'elles dépassent souvent 13 μ de hauteur.

Je ne sais si je dois déclarer que les clavules n'existent qu'en nombre excessivement restreint chez cette variété de *Farrea* ou admettre que ces spicules étaient tombés, à peu d'exceptions près, sur les fragments qui en ont été obtenus, même chez ceux où le réseau des pentacts dermiques semblait n'avoir été nullement endommagé. Déjà, F.-E. Schulze s'est demandé si les clavules de *Farrea occa* ne peuvent point quelquefois faire complètement défaut, ou si, quand il semble qu'il en soit ainsi, leur absence ne s'explique pas parce qu'elles sont très caduques. Il serait intéressant d'établir si cette hypothèse n'a pas été suggérée à Schulze précisément par des fragments de la variété de *Farrea* qui nous occupe ici. Avec beaucoup de peine, je ne suis parvenu à y rencontrer que deux clavules, tant dans les préparations d'ensemble que parmi les spicules dissociés, et ces clavules correspondent l'une et l'autre à la catégorie des clavules dermiques de *Farrea occa* : longues de 335 μ, épaisses d'un peu plus de 2 μ, elles présentent, au bout d'un cou raboteux, un disque distal large de 17 μ, bordé de dents nombreuses et assez courtes.

De tous les éléments de la spiculation, les uncinètes sont incontestablement ceux qui diffèrent le plus de ce qu'on voit habituellement chez *Farrea occa*. Très nombreux, ils restent, par contre, de dimensions remarquablement faibles. Les plus grands n'excèdent pas 450 μ de longueur sur 3 μ d'épaisseur et cette taille est par eux rarement atteinte; elle est le plus souvent voisine de 300 à 350 μ et s'abaisse même fréquemment jusqu'à 175 à 200 μ sur 1 μ à peine d'épaisseur. Très acérés et généralement droits, ces uncinètes sont marqués de crans nettement visibles; pourtant, ils ne paraissent pas porter de barbules.

F.-E. Schulze a remarqué que la taille des uncinètes varie, chez *Farrea occa*, dans de larges proportions; malheureusement, il n'a point indiqué les limites extrêmes observées par lui. Les particularités des uncinètes ici existants me semblent être caractéristiques de cette variété de *F. occa;* j'en ai constaté la constance sur tous les fragments examinés.

Si la rareté des clavules n'est point accidentelle et qu'on soit en droit d'en tenir compte aussi, la spiculation, au moins en ce qui concerne les mégasclères, offre ainsi, chez cette variété, simultanément deux marques distinctives d'une réelle importance.

Quant aux microsclères, ce sont exclusivement, mais en abondance, des oxyhexasters dont les rayons principaux, longs de 22 à 24 μ, portent de 2 à 4 rayons secondaires divergents, raides, pointus, à peu près aussi longs qu'eux-mêmes.

Peu différente de *Farrea occa* typique dans les traits essentiels de sa spiculation, notre Eponge s'en distingue cependant très bien à ses caractères extérieurs et paraît, à cet égard, mériter au même titre que *F. occa* var. *laminaris* qu'on la considère comme une variété définie de cette espèce. Je propose de la désigner sous le nom de *F. occa* var. *foliascens* afin de rappeler sa forme toute exceptionnelle pour une *Farrea*. Toutes les espèces de ce genre, toutes celles, au moins, qu'on y peut actuellement rapporter en pleine connaissance de cause, se composent, en effet, d'un système de tubes anastomosés. Cette configuration habituelle du corps est même notée dans la diagnose du genre telle que F.-E. Schulze l'a établie. Il ne faut évidemment pas prendre ce caractère trop à la lettre.

Aussi bien y aurait-il lieu peut-être de citer d'autres *Farrea* qui, sous ce rapport, ne sont pas non plus conformes à la diagnose; ce sont, à la vérité, des espèces critiques. F.-E. Schulze lui-même a fait valoir l'intérêt d'un spécimen macéré d'une *Farrea* sp. (1) qui figurait peut-être la base d'une Eponge évasée. A ce propos, il a rappelé que la littérature renfermait déjà des *Farrea* ou soi-disant *Farrea* cupuliformes, à peu près méconnaissables d'ailleurs, et dont deux seulement lui ont semblé posséder réellement des caractères de *Farreidæ* : *F. infundibuliformis* Carter et *F. Gassioti* Bowerbank. Pour moi, parcourue par des nervures et faite d'un réseau irrégulier

(1) Schulze (F.-E.), *Report on the* Hexactinellida *collected by H. M. S.* Challenger *during the years 1873-76*, *The voyage of H. M. S.* Challenger, *Zoology*, vol. 21, part. LIII, p. 288, pl. LXXVI, fig. 4, 5. Edinburgh, 1887.

de fibres rugueuses sur lesquelles s'implantent des hexacts en grand nombre, *F. infundibuliformis* Carter m'apparaît plutôt comme une Eurétide. Et je ne vois plus guère que *F. Gassioti* qui demeure, dans une certaine mesure, comparable à notre Eponge. Du reste, rapidement, les différences se révèlent entre elles, non seulement dans l'allure générale, mais même dans la spiculation, puisque la charpente de *F. Gassioti* est finement épineuse et que son squelette, au dire de Bowerbank, comprend des hexacts à actines cylindriques et lisses.

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
N° 84. — 15 Novembre 1906.

# La teneur en acide carbonique de l'air marin.

par R. LEGENDRE

Grâce à l'obligeance de M. Albert Lévy, directeur du Service chimique à l'Observatoire de Montsouris, qui a bien voulu me confier un des appareils qu'il a imaginés, en collaboration avec M. Pécoul, pour le dosage de l'acide carbonique de l'air; grâce aussi à l'obligeance de M. Fabre Domergue, inspecteur général des Pêches, qui a bien voulu mettre à ma disposition le vapeur garde-pêche *le Pétrel*, j'ai pu faire pendant ces derniers mois, une série de dosages de l'acide carbonique contenu dans l'air marin.

La question de la teneur de l'air en acide carbonique présente un grand intérêt. Pendant longtemps, on a admis que l'air contient 4 à 6 dix-millièmes d'acide carbonique (Sennebier, de Saussure, Boussingault, etc.) et que cette proportion est sensiblement constante. Des recherches très nombreuses ont montré depuis que la moyenne générale est très voisine de 3 dix-millièmes et que de nombreuses causes peuvent faire varier ce chiffre. Les beaux travaux de M. Albert Lévy, à l'Observatoire de Montsouris, ont établi que la teneur de l'air en acide carbonique augmente un peu dans les grands centres où abondent les foyers de combustion, de respiration et de décomposition des matières organiques, et qu'elle y subit des variations brusques et considérables; qu'elle diminue légèrement le

jour, en pleine végétation, au parc de Montsouris, sous l'influence de l'assimilation chlorophyllienne; qu'elle augmente légèrement le jour, au centre de Paris sous l'influence des combustions et de la respiration des hommes et des animaux, plus abondantes le jour que la nuit; qu'elle varie légèrement suivant les saisons et probablement aussi suivant l'état hygrométrique de l'atmosphère.

En dehors de ces observations continues et précises, on ne possède que des données trop souvent éparses et discordantes.

Cependant, les observations faites sur divers points du globe par les diverses missions scientifiques envoyées à l'époque du passage de Vénus sur le soleil, celles de Schulze sur les bords de la Baltique, celles de Roster à Florence, celles de Risler en Suisse, celles de Müntz et Aubin au Pic du Midi, celles de Reiset dans la Seine-Inférieure, etc. ont montré que la proportion d'acide carbonique est très constante dans les lieux les plus divers du globe.

Mais si les observations sont nombreuses au-dessus des continents, elles sont beaucoup plus rares en ce qui concerne l'air marin, et leurs résultats, obtenus par des méthodes diverses, manquent de concordance.

Les seuls auteurs dont je connaisse les travaux sont cités dans le tableau suivant : (1)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1847. | Lewy | en mer, du Hâvre aux Antilles | 3,338 à 5,771 |
| 1873. | Schulze | sur le bord de la Baltique | 2,25 à 3,44 |
| 1884. | Müntz et Aubin (Mission du Dr Hyades) | en mer, du Cap Horn au Cap Vert | 2,49 à 2,77 |

Le problème de la teneur en acide carbonique de l'air marin est cependant des plus intéressants. Au large, l'air n'est soumis à aucune production d'acide carbonique due aux combustions et à la respiration, ni à aucune réduction due à la végétation. De plus, des expériences longtemps renouvelées permettraient de vérifier la théorie de Schlœsing sur l'équilibre chimique entre

(1) Je me propose, dans un travail ultérieur, d'exposer leurs méthodes et l'approximation de leurs résultats.

les bicarbonates et l'acide carbonique. Schlœsing a en effet montré qu'un mélange de carbonate de calcium, de bicarbonate de calcium et d'acide carbonique est en équilibre chimique variable par suite de la sensible tension de dissociation du bicarbonate à la température ordinaire; or l'eau de mer contient une assez grande quantité de ces trois corps. Quand donc la tension de l'acide carbonique diminue dans l'air, l'eau de mer abandonne de ce gaz; une certaine quantité de bicarbonate de calcium se dissocie et un nouvel équilibre s'établit; quand la tension de l'acide carbonique augmente dans l'air, l'eau de mer en dissout une partie qui passe à l'état de bicarbonate de calcium par réaction sur le carbonate. La teneur de l'air marin en acide carbonique doit donc être relativement constante, et comme les océans couvrent les trois quarts du globe, cette proportion doit être voisine de celle qu'on trouve au-dessus des terres. En un mot, d'après cette hypothèse, la mer serait, plus encore que la végétation, le régulateur de l'acide carbonique contenu dans l'atmosphère.

Il y aurait donc lieu de rechercher si l'air marin contient une quantité constante d'acide carbonique, si cette quantité est voisine de celle qu'on trouve dans l'air au-dessus des terres; si enfin cette proportion subit des variations et sous quelles influences. Je n'ai pas pu, bien entendu, essayer de répondre à ces diverses questions dans une première série d'expériences; l'appareil et les solutions que j'employais n'était pas assez sensibles pour me permettre d'étudier de faibles variations et de plus, par suite des circonstances météorologiques, j'ai constamment opéré par de fortes pressions, avec beau temps et mer calme. Les chiffres que j'ai obtenus sont même trop peu nombreux et précis pour permettre une conclusion quelconque, mais ils donnent une indication sur la teneur de l'air marin en acide carbonique et j'espère obtenir, par de nouvelles analyses, des résultats plus précis et plus nombreux.

L'acide carbonique de l'air peut être dosé en poids, en volume ou en liqueur titrée. C'est ce dernier moyen que j'ai employé. L'appareil dont je me suis servi est celui de MM. Albert Lévy et Pécoul pour l'analyse de l'air confiné.

Cet appareil se compose, (Fig. 1) d'un réservoir métallique de 5l55 de capacité, muni sur le côté d'un niveau d'eau D, et communiquant, à sa partie inférieure, avec un tuyau de caoutchouc E et à sa partie supérieure, par un autre tuyau de caoutchouc muni d'une pince G, avec un barboteur en verre de forme spéciale B.

Lorsqu'on veut faire une prise d'air, on emplit le réservoir d'eau jusqu'au bouchon F qui forme une fermeture hydraulique; on verse dans le barboteur 20cmc d'une solution de soude à 10 °/oo; puis on décroche le tube de caoutchouc inférieur E par où s'écoulera l'eau du réservoir. La solution de soude sert à

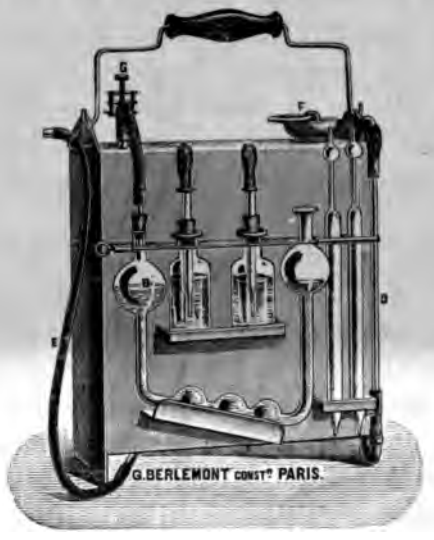



FIG. 1. — Appareil de MM. Albert-Lévy et Pécoul pour le dosage de l'acide carbonique dans les atmosphères confinées.

fixer l'acide carbonique, et sa concentration est suffisante pour que tout l'acide soit arrêté lorsque la vitesse d'écoulement n'est pas trop grande.

Lorsque le tube E est abaissé, l'eau du réservoir s'écoule par son extrémité avec une vitesse qu'on peut calculer au moyen du niveau d'eau D et régler au moyen de la pince G. A mesure que l'eau s'écoule, elle est remplacée dans le réservoir par de l'air qui n'y pénètre qu'après avoir traversé le barboteur d'où il s'échappe bulle à bulle.

Quand toute l'eau du réservoir s'est écoulée, on détache le barboteur de l'appareil et l'on y verse, au moyen d'une burette graduée une solution d'acide acétique à 7, 5°/oo additionnée de quelques gouttes de phtaléine du phénol. Le mélange vire au rose et l'on continue de verser l'acide goutte à goutte jusqu'à ce que la liqueur redevienne incolore. A ce moment, toute la soude du barboteur a été transformée et la moitié de l'acide carbonique fixé, déplacé par l'acide acétique, a réagi sur le carbonate de soude déjà formé pour produire du bicarbonate. On note la lecture sur la burette et on la compare à une autre lecture faite sur $20^{cmc}$ de la même solution de soude n'ayant pas servi. La différence entre les deux lectures donne la quantité d'acide acétique correspondant à la moitié de l'acide carbonique fixé pendant la prise d'air.

Sachant que $1^{cmc}$ de la solution d'acide acétique équivaut à $1^{cmc}377$ d'acide carbonique, on en déduit facilement la teneur de l'air en acide carbonique. Ce chiffre est fourni par la formule

$$Q = \frac{(R - L) \times 2 \times 1{,}377 \times 100.000}{V_0^{760}}$$

dans laquelle sont appelés :

R, la quantité d'acide acétique pour neutraliser la soude du barboteur avant passage d'air;

L, la quantité du même acide nécessaire pour neutraliser la soude après passage d'air;

$V_0^{760}$, le volume du réservoir ramené à 0° et à $760^{mm}$.

Ce calcul donne la proportion d'acide carbonique contenue dans $100^{mc}$ d'air.

Le volume du réservoir $V_0^{760}$ est donné par la formule

$$V_0^{760} = 5^{l}55 \times \frac{1}{1 + \alpha t} \times \frac{H - (d + f)}{760}.$$

$\alpha$, étant le coefficient de dilatation de l'air (0,00367);

t, la température de l'air;

H, la hauteur barométrique ramenée à 0°;

d, la dépression dans l'intérieur de l'aspirateur ($d = 4^{mm}4$);

f, la tension de la vapeur d'eau.

Comme on le voit par ce qui précède, cet appareil est très commode, très portatif et a l'avantage de permettre de faire complètement le dosage aussitôt après la prise; il évite donc

Fig. 2. — Carte des lieux de prise d'air.

toute cause d'erreur due au transport des prises d'air ou des liqueurs alcalines jusqu'au retour à terre.

Malheureusement, construit pour l'étude des atmosphères confinées, il ne permet d'opérer que sur un faible volume

| Numéro | DATE ET HEURE DE LA PRISE | | DURÉE de la prise | AU LARGE DE | AU DÉBUT | | A LA FIN | | PRESSION | Température | DIRECTION du vent | Litres de $CO^2$ dans 100mc d'air | OBSERVATIONS | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | LAT. N. | LONG. O. | LAT. N. | LONG. O. | | | | | | |
| 1 | 28 août | 2h 30 soir | 1h 30 | Trévignon à Groix | 47° 45' 30" | 6° 11' | 47° 37' | 5° 55' | 770,4 | 21,3 | S | 32,7 | Beau temps clair | Mer calme |
| 1 bis | — | 4h 30 | 1h | Groix à Belle-Ile | 47° 33' | 5° 45' | 47° 25' | 5° 36' | 769,7 | 21,2 | E | 38,4 | (*) — | |
| 2 | 8 septembre | 8h 30 matin | 45m | Saint-Nazaire au Croisic | 47° 14' 30" | 4° 39' 30" | 47° 15' | 4° 49' 30" | 765,5 | 22 | E | 33,0 | — | |
| 3 | — | 11h 30 | 1h 15 | Le Croisic à Saint-Gildas | 47° 18' | 4° 53' | 47° 25' | 5° 13' 30" | 767 | 22,5 | N | 33,1 | — | |
| 3 bis | — | 1h 15 soir | 1h | Saint-Gildas à Quiberon | 47° 27' 30" | 5° 15' | 47° 27' 30" | 5° 30' | 767 | 23 | NO | 38,7 | (*) — | |
| 4 | — | 2h 30 | 1h | Quiberon à Groix | 47° 28' | 5° 33' | 47° 33' 30" | 5° 43' 30" | 766,9 | 22,5 | NO | 33,1 | — | |
| 5 | — | 3h 45 | 1h | Groix au Pouldu | 47° 36' 30" | 5° 44' | 47° 44' | 5° 53' | 766,7 | 21 | NO | 32,8 | — | |
| 6 | — | 5h | 1h | Pouldu à Trévignon | 47° 46' | 6° | 47° 50' | 6° 15' | 766 | 21 5 | NO | 32,9 | — | |
| 7 | 12 septembre | 9h matin | 1h | Bouée du Cochon | 47° 51' | 6° 16' | 47° 47' | 6° 16' | 769,2 | 18,1 | SE | 32,2 | Beau temps gris | |
| 8 | — | 10h 30 | 1h | Penfret | 47° 43' 30" | 6° 12' | 47° 43' | 6° 10' | 769 | 18,7 | SE | 32,3 | — | |
| 9 | — | 11h 45 | 1h | la Basse Jaune | 47° 43' 30" | 6° 10' | 47° 41' 30" | 6° 17' | 769 | 19,8 | SE | 32,5 | — | |
| 10 | — | 1h soir | 1h | les Glénans | 47° 33' | 6° 16' 30" | 47e 25' 30" | 6° 22' | 768,8 | 20,4 | SSO | 32,6 | — | |
| 11 | — | 2h 30 | 1h | les Glénans | 47° 27' | 6° 25' | 47° 36' | 6° 28' | 768,5 | 21,5 | SE | 32,8 | — | |
| 12 | — | 3h 45 | 1h | Ile aux Moutons | 47° 38' | 6° 28' | 47° 46' | 6° 21' 30" | 768,2 | 20,4 | SE | 32,6 | — | |
| | | | | | | | | | Moyenne..... | | | 33,5 | | |

(*) Chiffres probablement inexacts, dûs à une erreur d'analyse.

($5^{l}55$), ce qui diminue la précision des résultats. De plus, je n'ai pu faire les lectures sur la burette qu'à $0^{cmc}1$ près; or étant donnée la concentration des solutions employées, une variation de $0^{cmc}1$ dans la lecture correspond à environ $5^{l}5$ d'acide carbonique pour $100^{mc}$ d'air; les résultats que j'ai obtenus ne sont donc approchés qu'à $\pm 2^{l}7$ près. C'est là un grand degré d'incertitude dans les résultats, que je compte d'ailleurs corriger dans mes recherches ultérieures par l'emploi d'un aspirateur de plus grand volume et de solutions moins concentrées.

Les prises d'air que j'ai faites ont eu lieu en mer, à une distance variable des côtes, tout le long du littoral breton, de Concarneau à Saint-Nazaire (Fig. 2). Elles ont donc eu lieu sur une étendue variant environ de un degré en latitude et de deux degrés en longitude. Elles furent faites par des vents variables en direction et en intensité, mais toujours, comme je l'ai déjà dit, par forte pression, beau temps et mer calme.

Pendant les prises, l'appareil était fixé à une poutre horizontale, à l'avant du *Pétrel* en marche ou tourné vers le vent, par conséquent à l'abri des fumées de la machine et de la respiration de l'équipage.

Les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau ci-contre.

J'ai indiqué dans ce tableau les chiffres obtenus dans les analyses $1^{bis}$ et $3^{bis}$ bien qu'ils me semblent dus à une erreur d'analyse.

La moyenne de ces quatorze analyses donne une proportion de $33^{l}5$ d'acide carbonique pour $100^{mc}$ d'air. Ce chiffre est très voisin de celui trouvé au centre de Paris par l'Observatoire de Montsouris et même un peu plus fort. Il est à remarquer que les résultats obtenus, sauf dans les 2 observations précitées, sont tous très voisins de la moyenne et semblent indépendants de la direction du vent. Il semble donc que la teneur de l'air marin en acide carbonique est très voisine de la moyenne générale trouvée sur les continents.

Je compte recommencer ces analyses en essayant d'obtenir un plus grand nombre de prises et des dosages plus précis.

# INDEX BIBLIOGRAPHIQUE


ALBERT-LÉVY. — *Histoire de l'air*. Paris.

*Annuaires de l'Observatoire de Montsouris*.

HENRIET. — *Les gaz de l'atmosphère*. Paris.

LEGENDRE. — *Sur la teneur en acide carbonique de l'air marin*, C. R. Ac. Sc. 1906.

LEWY. — *Annales de chimie et de physique*. 1852.

MUNTZ et AUBIN. — C. R. Ac. Sc. 1884.

SCHLŒSING. — *Sur la dissolution du carbonate de chaux par l'acide carbonique*, C. R. Ac. Sc., t. LXXIV et LXXV. 1872.

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
N° 85. — 18 Novembre 1906.

# Contribution à l'étude du mode de vie et de la locomotion du Pecten.

par R. ANTHONY
Directeur-adjoint du Laboratoire maritime du Muséum d'Histoire naturelle.

## I.

Dans les derniers temps de sa vie, mon regretté maître Marey m'avait vivement engagé à étudier en détail la locomotion si particulière et si curieuse des Pectens.

En 1901, dans le Traité de Physique biologique, il avait nettement posé la question et indiqué en quelque sorte la marche à suivre pour la résoudre d'une façon définitive. Voici d'ailleurs ce qu'il dit : « Certains mollusques bivalves ont encore un genre de locomotion analogue. Par les jours de chaleur on les voit, au fond de l'aquarium, entrouvrant leur coquille aux bords de laquelle sortent les franges du manteau, puis tout à coup ils s'élancent ouvrant et fermant d'une façon rapide leurs deux valves.

Les Mollusques s'élèvent ainsi dans l'aquarium et y voltigent en quelque sorte, parcourant plusieurs mètres avant de retomber sur le fond.

J'ai cru d'abord que ces mouvements étaient dus à ce que chaque rapprochement brusque des valves laissait échapper par leur intervalle un jet d'eau rapide. Mais cette supposition est inadmissible en raison même du sens dans lequel l'animal se

déplace. Il progresse en effet en dirigeant l'ouverture des valves en avant; c'est donc du côté de la charnière que doit s'échapper le liquide. Or, il existe aux deux extrémités de la charnière et sur chacune des valves, deux rainures qui forment par leur adossement deux canaux par lesquels le liquide doit s'échapper à chaque brusque rapprochement des valves, tandis que les franges du manteau fermeraient l'issue du liquide par leur bord libre.

Cette interprétation hypothétique pourrait être contrôlée expérimentalement, si l'on introduisait dans l'intérieur de la coquille une substance colorée capable de rendre sensible l'échappement du liquide. »

En 1868, Crosse avait déjà remarqué que le Pecten progressant dans l'eau portait en avant le bord libre de ses valves. Mais le premier auteur qui semble avoir étudié d'un peu près la locomotion de ce Mollusque est P. Fischer. Dès 1869, il avait remarqué les bonds considérables que le *Pecten maximus* Lin. exécute dans les aquariums par le fait du rapprochement brusque de ses valves, et, il avait remarqué aussi la disposition particulière qu'affectent les bords du manteau pendant la progression; « replié à la limite de chaque valve, de telle sorte que la duplicature de la valve supérieure touche celle de la valve inférieure dans presque toute sa longueur. » Il avait vu d'autre part qu'au moment du rapprochement des valves l'eau quelles contiennent est chassée par deux orifices situés de part et d'autre de la charnière, et, que c'est précisément cela qui détermine le sens de la progression du Pecten.

Il avait constaté enfin que le *Pecten opercularis* Linn. se déplaçait par un procédé analogue à celui affecté par le *Pecten maximus* Linn.; mais tout en supposant que le *Pecten varius* Linn. devait lui aussi avoir un mode de locomotion semblable, il n'avait pas eu la possibilité de le constater.

Les observations de P. Fischer furent confirmées en 1878 par von Ihering, et, c'est en 1901 enfin que Marey qui avait observé souvent, dans les aquariums de son laboratoire de Naples, la nage des Pectens, revint sur cette question dans les lignes que nous avons citées et précisa la façon dont on devait s'y prendre pour la résoudre définitivement.

## II.

Cette étude a été faite au cours des mois de Juillet, Août, Septembre et Octobre 1905, dans les laboratoires suivants : Station Physiologique du Collège de France, à Boulogne-sur-Seine. — Laboratoire maritime du Muséum d'Histoire naturelle, à Saint-Vaast-la-Hougue. — Laboratoire maritime de la Faculté des Sciences de Lille, au Portel. Elle a porté sur les espèces suivantes : *Pecten varius* Linn.; *Pecten opercularis* Linn.; *Pecten maximus* Linn., toutes trois très communes sur nos côtes océaniques.

## III.

Les Pectens sont, on le sait, des animaux pleurothétiques : ils vivent posés sur une de leurs valves, c'est-à-dire couchés sur un de leurs côtés latéraux. Ceux sur lesquels ont porté nos recherches vivent tous les les trois couchés sur leur côté droit. Dans notre travail, cité à l'index bibliographique, nous avons indiqué et expliqué les modifications que cette attitude spéciale a fait subir à leur organisme (voy. page 256 à 275); nous n'y reviendrons pas, nous bornant à rappeler simplement que chez le *Pecten maximus* Linn. la valve inférieure est la plus bombée, alors que la supérieure est absolument plate; chez le *Pecten opercularis* Linn. et le *Pecten varius* Linn. les deux valves sont bombées, mais l'inférieure l'est toujours moins que la supérieure. La figure 1, qui représente schématiquement la coupe transversale des valves de ces animaux, rend parfaitement compte de cette particularité.

Chez le *Pecten maximus* Linn. et le *Pecten opercularis* Linn. alors que la valve supérieure présente des ornementations d'un dessin très fin et est souvent couverte d'Anomies, de Serpules, de colonies de Bryozoaires ou d'Hydroïdes, la valve inférieure est lisse et usée, probablement en raison du frottement sur le sable pendant la locomotion.

Chez le *Pecten varius* Linn. au contraire la différence d'aspect est moins grande entre les deux valves, l'une et l'autre sont généralement peu usées et portent à leur surface une quantité à peu près égale d'organismes fixés; cet animal mène d'ailleurs, ainsi qu'on le verra plus loin, une vie moins agitée que les deux précédents.

Le *Pecten varius* Linn. et le *Pecten opercularis* Linn. possèdent un byssus, remarquablement développé chez le premier. Le *Pecten maximus* Linn. n'en n'a pas de traces, à l'état adulte du moins.

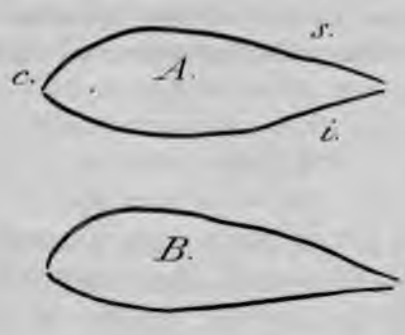


Fig. 1. — Coupe schématique antéro-postérieure. *A*, du ***Pecten varius***; *B*, du ***Pecten opercularis*** Linn.; *C*, du ***Pecten maximus*** Linn.; *s*, valve supérieure; *i*, valve inférieure; *c*, charnière.

Le *Pecten varius* Linn., d'ailleurs, parait être des trois le moins évolué dans le sens de la locomotion rapide. Le ***Pecten opercularis*** Linn. vient ensuite; puis enfin le ***Pecten maximus*** Linn.qui est sans contredit le mieux adapté des trois dans le sens indiqué.

Dans la baie de la Hougue on prend généralement les ***Pecten varius*** Linn. à la drague sur les fonds de Lithothamnium

vers 15 ou 20 mètres de profondeur. Attachés par leur byssus relativement solide, soit à des cailloux anguleux, soit à des débris de valves de Mollusques, ils semblent rechercher les cavités pour s'y loger. Je ne les ai recueillis que rarement à basse mer et encore était-ce lors des plus fortes marées.

Dans la rade de Brest, au voisinage de la pointe du Bindi, il m'est arrivé au contraire d'en trouver à marée basse, fixés dans les conditions qui viennent d'être exposées.

Dans les bacs d'aquarium, ils s'attachent aux glaces verticales et ce n'est que par exception qu'on les trouve couchés sur le fond horizontal. Ils ne se déplacent que rarement, mais leur locomotion semble identique à celle du *Pecten opercularis* Linn. qui sera décrite plus loin. Aussi bien pendant le déplacement que pendant l'immobilité les bords du manteau affectent également la même disposition que chez le *Pecten opercularis* Linn.

Nous n'insisterons donc pas davantage sur le *Pecten varius* Linn., ce qui sera dit à propos du *Pecten opercularis* Linn. pouvant s'appliquer à lui. Nous nous bornerons simplement, pour l'instant, à insister sur ce fait que le *Pecten varius* Linn. est le plus sédentaire des Pectens que nous avons étudiés.

Le *Pecten opercularis* Linn. ne vit généralement pas comme le *Pecten varius* Linn. sur les fonds rocailleux parsemés de Lithothamnium et de coquilles vides; dans la baie de la Hougue on le trouve le plus souvent sur fond de sable. Alors qu'on voit le *Pecten varius* Linn. toujours fixé à l'aide de son byssus relativement puissant, le *Pecten opercularis* Linn. est souvent libre. Son byssus est beaucoup plus faible que celui du *Pecten varius* Linn.; il est en voie de disparition évidente. L'animal s'en libère d'ailleurs très facilement et exécute volontiers, comme le *Pecten maximus* Linn., les bonds rapides que le *Pecten varius* Linn. n'accomplit qu'assez rarement et, pourrait-on dire, comme à regret.

En aquarium on le voit à la façon du *Pecten varius* se fixer parfois aux parois verticales; mais le plus souvent, débarassé de son byssus, on le trouve posé sur sa valve plate.

A l'état de repos le *Pecten opercularis* Linn. est largement

ouvert. Sur un animal adulte l'écartement des deux valves est en avant de 1 centimètre $\frac{1}{2}$ environ. Les bords du manteau dont les tentacules sont étalés sont rapprochés sur tout leur pourtour mais sans être absolument accolés; leur direction forme un angle sensiblement droit avec le plan bissecteur des valves. En une seule région, ils ne sont pas rapprochés, c'est dans le voisinage de l'anus; là, ils sont distants, laissant entre eux une large fente ovalaire. On aperçoit, en approchant de l'animal des petites particules solides que toute la périphérie du manteau est le siège d'un courant d'entrée alors que le courant de sortie est limité à la fente postérieure dont il vient d'être question.

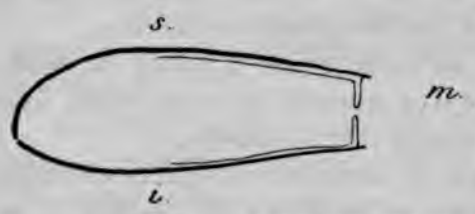



Fig. 2. — Coupe schématique antéro-postérieure d'un *Pecten opercularis* Lin. entrouvert, destinée à montrer la disposition des bords du manteau chez l'animal au repos. *s*, valve supérieure; *i*, valve inférieure; *m*, bord du manteau.

Cette disposition particulière que prennent les bords du manteau dans la région de l'anus est extrêmement intéressante car elle permet de se rendre compte de la façon dont a pu se constituer morphologiquement les siphons chez un Acéphale à ouverture palléale unique àl'origine et à système branchial encore primitif. C'est bien évidemment la canalisation de l'eau qui semble avoir déterminé la formation de l'appareil siphonien, et, il est absolument évident que c'est le siphon expirateur qui s'est constitué le premier; c'est le seul qui existe d'ailleurs chez les Acéphales à appareil siphonien rudimentaire (Unio, Anodonta, etc.).

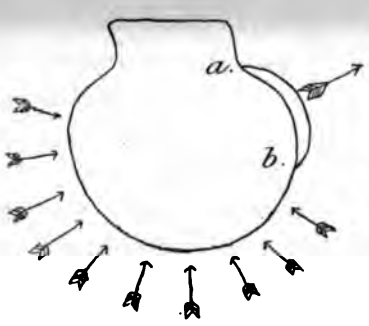



Fig. 3. — *Pecten opercularis* Linn. Vue en dessus (schématique). *a*, *b*, bord palléal évaginé pour montrer le siphon expirateur physiologique.

Chez le Pecten le siphon expirateur existe physiologiquement

mais n'existe pas encore au sens anatomique du mot. Les seules modifications morphologiques subies par le manteau en cette région, consistent en l'amincissement des bords et la régression marquée des tentacules et des yeux.

L'immobilité est généralement de courte durée chez le *Pecten opercularis* Linn. Au bout de peu de temps on le voit se déplacer, progressant le bord libre des valves en avant et la charnière en arrière.

Comme P. Fischer l'a vu le premier, la progression est déterminée chez cet animal par la fermeture brusque des valves. Étudiant le phénomène de près j'ai constaté la succession des phénomènes suivants :

1° Au moment de partir le Pecten écarte davantage ses valves tout en repliant contre elles en arrière les bords de son manteau.

2° Il les rapproche brusquement tout en ramenant les bords de son manteau dans la position suivant la quelle ils sont représentés dans la figure 2. Comme à ce moment l'écartement des valves est moindre qu'à l'état de repos, les bords du manteau se coaptent, se joignent d'une façon parfaite, formant une sorte de rideau. L'eau qui s'est engouffrée dans les valves, au moment de leur écartement, est fortement comprimée et ne pouvant forcer en avant la barrière palléale, qui est là particulièrement musculeuse, elle se fait jour en arrière, là où le rideau palléal est le moins développé. Ainsi se constituent par le léger écartement des bords palléaux, deux sortes de canaux situés de chaque côté de la charnière.

P. Fischer, von Jhering et Marey avaient, on le sait, constaté la présence de ces canaux purement physiologiques auxquels répondent, chez le *Pecten maximus* L. du moins, deux échancrures symétriques de la valve inférieure. Pour pouvoir établir définitivement le fait de la présence de ces canaux physiologiques j'ai, suivant le conseil de Marey, introduit entre les valves une substance colorée, tantôt du bleu de méthylène tantôt du carmin par exemple. Au moment de la fermeture, on voit deux jets colorés en bleu ou en rouge, suivant le cas, sortir par les points *a* et *b*. Ce procédé a l'inconvénient de souiller rapidement l'eau

dans laquelle vivent les animaux et peut-être même de compromettre leur santé. Néanmoins il m'a permis de me rendre compte très nettement du phénomène. J'ai pu en constater également encore l'exactitude à l'aide d'un autre procédé qui m'a paru préférable, et, qui est le suivant : J'avais recouvert le fond de l'aquarium d'une mince couche de matières solides très légères ; les déjections des Pectens eux-mêmes constituent encore à mes yeux la matière la plus apte à remplir le but poursuivi. Les deux jets chassent les matières solides et l'on voit se produire deux taches blanches sur le fond de l'aquarium, correspondant aux points où les deux jets avaient frappé. La propulsion du Pecten en avant est déterminée par la réaction des deux jets en question.

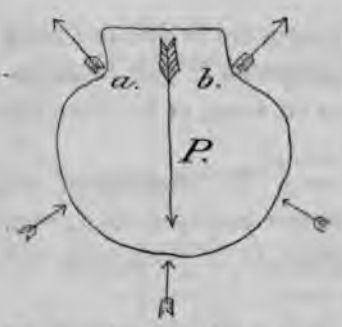



Fig. 4. — Figure schématique destinée à montrer le sens de la progression du Pecten *P*, et les deux jets propulseurs *a* et *b*.

Lorsque le Pecten nage entre deux eaux, le plan bissecteur de ses valves occupe généralement une position voisine de l'horizontale, mais lorsqu'il arrive à toucher la surface, généralement il bascule et retombe au fond.

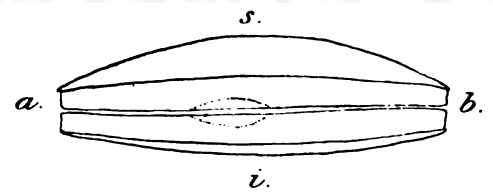



Fig. 5. — *Pecten opercularis* Linn. Vue antérieure schématique destinée à montrer le rapprochement des bords palléaux *a*, *b*. Le pointillé indique l'ouverture ovalaire qui se constitue en un point excité.

Très souvent on voit un *Pecten opercularis* Linn. posé sur le fond de l'aquarium, se fermer lentement et sans avoir fait auparavant le mouvement d'ouverture qui précède généralement son départ. L'eau alors moins vigoureusement comprimée ne force le plus souvent la barrière palléale qu'en un seul point, *a* par exemple, et le Pecten tourne sur lui-même.

Lorsqu'on touche le bord du manteau d'un *Pecten opercu-*

*laris* L. en un point quelconque, P par exemple, l'animal rétracte en ce point les bords de son manteau, et, il se forme alors une fente ovalaire analogue à celle représentée sur la figure. S'il rapproche brusquemement alors ses valves l'eau sort par cette fente, et, l'animal recule.

Jamais je n'ai vu le *Pecten opercularis* Linn. reculer spontanément.

Le *Pecten maximus* Linn. vit en général dans la baie de la Hougue, sur les fonds de gros sable coquillier vers les 25 mètres de profondeur. Il est dépourvu de byssus et a des mœurs extrêmement vagabondes. Au repos, il est posé sur sa valve convexe et les bords de son manteau affectent la même disposition (siphon physiologique) que chez le *Pecten opercularis* Linn.

Nous n'insisterons par sur son mode de locomotion qui est en tout semblable à celui du *Pecten opercularis* Linn. déjà décrit.

## IV.

En résumé il ressort de ce travail deux faits principaux :

1° A l'état de repos les Pectens, Acéphales à système branchial relativement simple et à ouverture palléale unique, disposent les bords de leur manteau de façon à constituer une sorte de siphon expirateur. Cette disposition essentiellement temporaire et simplement physiologique peut être considérée en quelque sorte comme l'ébauche chez les Lamellibranches à système branchial encore peu différencié du système siphonien perfectionné existant en fait chez les Lamellibranches plus évolués.

2° La locomotion des Pectens qui se fait, ainsi que l'on sait, le bord libre des valves en avant est bien due, comme l'ont vu Fischer, von Ihering et Marey, à la fermeture brusque des valves, laquelle détermine la production de deux courants d'eau sortant de chaque côté de la charnière.

J'ai établi au cours des pages précédentes, d'une façon que je crois indiscutable, le rôle prépondérant que jouaient dans cette locomotion les bords musculeux du manteau. En se

coaptant exactement au moment de la fermeture des valves, ils empêchent l'eau de sortir en avant et l'obligent à se faire jour par les points où la barrière palléale semble la plus faible, de chaque côté de la charnière.

Au moment de mettre sous presse j'apprends que M. F. Vlés, vient de faire cet été au Laboratoire maritime de Roscoff des expériences qui, d'après ce qu'il me dit, confirmeraient les résultats obtenus par moi l'an dernier et que différentes circonstances m'ont empêché de publier plus tôt.

# INDEX BIBLIOGRAPHIQUE


1853. CHARBONNIER. — *Observations sur l'Essan d'Adanson,* Journal de Conchyl, t. IV, p. 261.

1867. P. FISCHER. — *Sur le byssus du* Pecten varius, Journal de Conchyl, t. XV, p. 107.

1868. H. CROSSE. — *Notes pour servir à l'histoire naturelle de quelques Mollusques de nos côtes, et particulièrement des Céphalopodes,* Journal de Conchyl, t. XVI, p. 6.

1869. P. FISCHER. — *Note sur la natation au* Pecten maximus, Journal de Conchyl, t. XVII, p. 121.

1878. VON IHERING. — *Uber Anomia,* Zeitschrift Wiss Zool. XXX, supp., p. 17.

1879. COUTANCE. — *De l'énergie et de la structure musculaire chez les Mollusques acéphales,* Paris, J.-B. Baillière.

1885. FISCHER. — Manuel de Conchyliologie. Paris.

1901. MAREY. — *La locomotion animale* in Traité de Physique biologique, publié sous la direction de MM. d'Arsonval, Chauveau, Gariel et Marey, t. I, p. 259.

1905. ANTHONY. — *De l'influence de la fixation pleurothétique sur la morphologie des Mollusques acéphales dimyaires,* Ann. des Sc. Nat. Zool.

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
N° 86. — 25 Novembre 1906.

# Institut Océanographique

(Fondation ALBERT Ier, PRINCE DE MONACO)

SEANCE D'OUVERTURE

## DES COURS DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE

*(Le 5 Novembre 1906)*

## A LA SORBONNE

LEÇON FAITE PAR **L. JOUBIN**
Professeur au Museum d'Histoire Naturelle de Paris.
Professeur à l'Institut Océanographique.

MESSIEURS,

En commençant cette première leçon de l'Institut Océanographique je dois remplir un premier devoir en priant S. A. S. le Prince de Monaco de vouloir bien agréer les remerciements de tous ses collaborateurs pour le développement qu'il a donné à l'œuvre scientifique à laquelle il les associe depuis de longues années.

En fondant, il y a près de quatre ans, les Conférences populaires d'Océanographie, le Prince voulait montrer que la Science qui lui est chère ne doit pas rester confinée dans un

petit cercle de spécialistes, mais qu'elle mérite d'être exposée au grand public qui peut y trouver un profit moral et des applications pratiques. Il avait voulu se rendre compte par cette expérience si, en dehors du monde savant, cet enseignement serait suivi.

Les débuts furent timides, et j'avoue que je redoutais cette première conférence où, un dimanche, dans un amphithéâtre du Conservatoire des arts et métiers j'exposai les faits les plus frappants de la vie des animaux dans les grandes profondeurs de la mer.

Le résultat dépassa les espérances et le succès de cet enseignement s'accentuant dans les années suivantes, le Prince décida de l'organiser d'une façon définitive. Il a tenu à maintenir à sa fondation le caractère de large vulgarisation des débuts, en continuant les conférences du soir, tout en lui donnant, par des cours plus scientifiques, la constitution d'un enseignement réellement supérieur de l'Océanographie.

C'est celui que nous inaugurons aujourd'hui.

Voici bientôt quinze ans, Messieurs, que le Prince de Monaco m'a appelé à collaborer à son œuvre scientifique, soit en me confiant l'étude des matériaux recueillis au cours de ses croisières, soit en me faisant parcourir avec lui, sur son navire, les mers lointaines, soit en m'appelant dès la première heure à prendre part à cet enseignement qu'il projetait de fonder définivement. Je lui suis donc, pour une large part, redevable de l'expérience que j'ai pu acquérir des choses de la mer, et je suis heureux de la mettre au service de l'Institut Océanographique qu'il a fondé.

MESSIEURS,

Cette première leçon sera consacrée à vous présenter un exposé sommaire des questions qui seront traitées dans ce cours d'Océanographie biologique et des méthodes que je compte employer dans cet enseignement tout nouveau.

Cette année j'exposerai rapidement les conditions générales de l'existence des animaux dans la mer. Je me bornerai à résumer, dans leur ensemble, les relations qui existent entre les animaux marins et le milieu où ils vivent; mais je n'entrerai pas dans le détail des faits. Je me réserve d'en reprendre dans la suite l'exposé méthodique et d'étudier d'une manière beaucoup plus approfondie chacun des points que j'aurai esquissés cette année.

Je voudrais vous faire entrevoir, d'une manière générale, l'influence que peuvent avoir sur la structure et sur la répartition géographique des êtres les variations du milieu marin, c'est-à-dire la manière dont ces organismes réagissent sous l'action de ces variations. Vous verrez que les animaux et les plantes sont, en quelque sorte, une matière plastique qui s'adapte aux différents milieux, et qu'ils ne sont point répartis au hasard dans les mers; ils y sont soumis à certaines lois dont nous commençons à connaître l'importance, les causes et les effets.

Pour arriver à vous donner un tableau suffisamment précis de ces phénomènes il me faudra vous exposer d'abord la nature même du milieu marin, autrement dit la composition de l'eau de mer.

Mais ici je me trouve en présence d'une grave difficulté. Je ne suis point chargé de vous enseigner la physique et la chimie de la mer; si je m'aventurais à vous les exposer je risquerais d'empiéter sur les attributions de mes collègues, et, de plus, je sortirais de ma compétence. Je ne vous en parlerai donc que d'une façon très élémentaire, et je n'en dirai que juste autant qu'il sera nécessaire pour vous expliquer les phénomènes biologiques qui sont sous leur dépendance.

Lorsque j'aurai, par exemple, à vous parler de l'influence des marées sur la répartition des animaux du littoral, je me bornerai à vous en indiquer les effets généraux et certaines particularités locales sans chercher à en expliquer les causes ni les lois mécaniques.

Nous aurons à examiner l'importance très grande que présente la variation de la quantité de sel contenue dans l'eau de mer sur la distribution des animaux; il me faudra nécessairement

vous donner un aperçu de la composition chimique de cette eau pour vous montrer que la proportion des sels qu'on y trouve peut varier. Mais je me bornerai à vous donner sur cette composition chimique des notions simples mais suffisantes pour vous montrer combien étroitement la distribution géographique des animaux est liée à la présence de quelques grammes de sel en plus ou en moins par litre d'eau.

C'est en utilisant une méthode analogue que nous étudierons quelques uns des autres phénomènes qui ont une influence considérable sur la vie des animaux.

Nous verrons par exemple que la température de l'eau est un des facteurs les plus importants à connaître dans la biologie des êtres marins. Tandis que certains d'entre eux peuvent supporter, sans en être incommodés, des variations de quelques degrés, les autres, au contraire, sont tués par de petites variations. C'est là une des raisons capitales de la distribution géographique des animaux marins.

L'importance des courants est aussi très grande; selon qu'ils sont plus ou moins violents, ils permettent à certains animaux de vivre, tandis que d'autres ne peuvent y résister. Ce sont eux qui servent surtout au transport des animaux et de leurs larves et qui produisent leur dissémination. Nous les étudierons au point de vue biologique.

Il nous faudra également examiner l'importance de la lumière sur la vie des animaux. Tandis que certains d'entre eux ne peuvent vivre que dans la partie supérieure de la mer qui est éclairée par les rayons du soleil, les autres au contraire ne peuvent exister que dans les régions obscures.

Remarquez que les plantes ne se trouvent que là où pénètrent des rayons lumineux; par conséquent les animaux herbivores ne se développent que dans les régions superficielles de la mer où il y a des plantes. Il en résulte que dans les grandes profondeurs de la mer où les plantes manquent il n'y a pas non plus d'animaux herbivores; seuls les animaux carnivores y trouvent le moyen d'exister. De là des différences extraordinaires dans la composition des faunes qui sont liées à la présence ou à l'absence des rayons du soleil.

Nous étudierons tous ces phénomènes de température, de pression, d'éclairement, non pas au point de vue de la physique, mais pour connaître les effets qu'ils produisent sur les individus pris isolément et sur leurs réunions pour constituer des faunes.

Nous étudierons aussi les appareils qui sont utilisés actuellement pour acquérir les notions fondamentales sur les phénomènes que je viens de vous indiquer, en insistant seulement sur les engins et les instruments qui servent à la capture des animaux et des plantes, tant à la surface que dans les grandes profondeurs de la mer.

Depuis quelques années un grand nombre de perfectionnements ont été apportés à ces appareils et il est juste de faire remarquer que beaucoup d'entre eux sont dus à l'ingéniosité et à la longue expérience du Prince de Monaco lui-même ou de ses collaborateurs. Mais les engins de pêche ne sont pas parfaits et, de même que le besoin crée l'organe, de même les occasions, les idées nouvelles amènent la création de nouveaux appareils ou l'amélioration des anciens. Presque toujours ces engins apportent leur contingent de faits nouveaux et intéressants; je vous signalerai les uns et les autres.

Je vous présenterai ceux de ces instruments qui sont maniables; quant à ceux que leur poids ou leur dimension empêchent de transporter ici, je me contenterai de vous les présenter sous forme de projections. J'ai pris à bord du yacht du Prince, au cours d'une des récentes croisières, des séries de photographies qui vous feront assister au spectacle, à la fois instructif et pittoresque, de la manœuvre des grands engins, et vous jugerez les résultats qu'ils donnent.

Une fois que nous connaîtrons dans leurs grands traits les phénomènes de la mer et les moyens de capturer les animaux qui y vivent, nous chercherons à savoir comment ces animaux sont groupés, comment et pourquoi ils sont confinés dans certaines étendues pour constituer des faunes régionales. Nous verrons pourquoi certains d'entre eux sont dispersés presque indifféremment dans toutes les mers, tandis que d'autres sont parqués sur des surfaces déterminées, séparées des voisines par des barrières qui pour n'être pas visibles à nos yeux n'en sont

pas moins réelles, précises et infranchissables pour eux. Nous aurons à faire coïncider les limites de ces territoires fauniques avec les indications que nous fournissent les instruments de recherches et de mesures sous-marines.

Ces études de géographie biologique sont fort intéressantes, je dirais même qu'elles sont passionnantes. Mais je ne vous cache pas qu'elles nécessitent une longue patience; aussi ne sont-elles pas encore très avancées. Il n'y a qu'un petit nombre d'animaux marins dont on connaisse la distribution géographique d'une manière suffisamment approchée, et il reste encore énormément à faire dans cette voie, surtout si, ne se contentant pas d'un simple pointage sur une carte, l'observateur cherche à y joindre des notions sur la profondeur, la nature du sol, la température de l'eau, etc. Ce sont précisément ces notions qui fournissent la clef de la distribution géographique des êtres.

Si je puis déterminer quelques unes des personnes qui me font l'honneur de m'écouter à entreprendre des recherches de cet ordre, je suis persuadé qu'elles y trouveront de nombreux faits intéressants.

L'étude de ces questions nous conduira à l'examen des êtres qui vivent dans les grandes profondeurs de la mer et à leur comparaison avec ceux qui habitent les eaux littorales peu profondes.

Il n'y a pas encore bien longtemps, les abimes de la mer étaient réputés complètement dépourvus d'êtres vivants. On ne croyait pas que la vie fut possible dans ces eaux qui supportent des pressions effroyables, où la température est immuablement voisine de zéro, où la lumière du soleil ne pénétrant jamais, les ténèbres devaient être profondes, le calme absolu, la nourriture absente.

Ce n'est que peu à peu, à la suite d'observations tout d'abord accidentelles, puis plus fréquentes, puis enfin méthodiquement entreprises que l'on a acquis la certitude que dans les grands fonds vivent des animaux nombreux, aux formes étranges, aux adaptations les plus imprévues. Nous sommes maintemant familiarisés avec ces êtres qui parurent extraordinaires et sans rapports avec les formes connues aux premiers observateurs;

nous en connaissons un nombre suffisant aujourd'hui pour nous rendre compte de la faune des grands fonds, et pour modifier les idées que se faisaient nos prédécesseurs sur le mode d'existence des êtres abyssaux.

Certes l'avenir nous ménage bien des surprises car il reste encore d'immenses étendues où la drague du naturaliste n'a jamais passé; mais nous pouvons dire que nous avons une idée générale de l'ensemble de la faune des grands fonds. Nous avons, dans presque toutes les mers, des jalons précis pour établir nos connaissances.

J'essaierai de vous indiquer ce que l'on sait actuellement des animaux abyssaux; je vous en ferai voir le plus possible et je n'aurai qu'à puiser dans les merveilleuses séries du Musée de Monaco pour vous faire comprendre tout leur intérêt.

Nous aurons à nous demander d'où sont venus ces habitants des grands fonds; leur race ne s'y est point créée d'emblée, ils ne se sont certainement installés là que progressivement en s'éloignant de plus en plus du point de départ de leurs ancêtres. Ceux-ci devaient vivre dans des eaux peu profondes, éclairées et littorales; ils n'ont émigré que lentement vers les abîmes où ils se sont adaptés à cette vie si différente de ce qu'elle était à l'origine. Mais ils n'ont pas tellement modifié leurs caractères fondamentaux qu'on ne puisse toujours retrouver leurs rapports avec les êtres correspondants du littoral.

C'est là, en effet, un des résultats les plus inattendus des explorations sous-marines de ces derniers temps. Les premiers animaux retirés des grands fonds avaient des formes si étranges qu'ils firent penser qu'on allait voir sortir des eaux une faune entièrement inconnue et aux formes insoupçonnées qui bouleverseraient toutes nos connaissances zoologiques. On crut un moment qu'il allait falloir refondre entièrement nos vieux traités et nos vieilles classifications. Il n'en a rien été; si les engins perfectionnés ont rapporté une foule d'espèces nouvelles, beaucoup de genres nouveaux, un nombre assez élevé de familles nouvelles, on peut dire qu'aucun des grands cadres des classifications anciennes n'a été détruit. Jusqu'à présent on a pu y faire entrer toutes les formes récemment acquises sans rien bouleverser.

Parmi les animaux rapportés dès les premières expéditions de dragages dans les grandes profondeurs il s'en était trouvé quelques uns qui ressemblaient beaucoup à des fossiles des terrains plus ou moins anciens. On pensa de suite que l'on allait remonter au jour de nombreux représentants vivants des faunes anciennes qui avaient persisté dans les abimes et l'on s'attendait à voir grouiller dans les dragues les Trilobites et les Ammonites. On dut promptement abandonner cet espoir. Si quelques animaux des grands fonds présentent en effet des formes réellement archaïques, l'immense majorité d'entre eux ne constitue pas plus le vestige d'une faune disparue que leurs congénères du littoral. Nous aurons à discuter cette question fort intéressante et à rechercher, dans les faunes abyssales, en quoi consistent réellement les vestiges des formes fossiles.

En revanche, l'étude du fond des mers et l'examen des échantillons que ramènent les dragues ont permis d'élucider, dans bien des cas, la façon dont se sont formés depuis longtemps, et se forment encore, les terrains sédimentaires marins. Sans vouloir en faire une étude lithologique j'aurai cependant bien souvent à attirer votre attention sur les êtres actuellement vivants qui prennent une part très importante à cette sédimentation.

Nous aurons par exemple à étudier le rôle considérable que jouent certains êtres microscopiques, tels que les Foraminifères ou les Radiolaires dans la constitution de terrains nouveaux au fond des mers.

Je vous parlerai plus longuement d'autres constructeurs, les Coraux, qui bâtissent sous nos yeux, dans les mers chaudes, des îlots qui plus tard se souderont peut-être pour former des continents ; leurs ancêtres en ont fait autant jadis et nous trouvons, dans maints terrains, des bancs de coraux fossiles qui, par analogie avec le travail de leurs descendants, nous renseignent sur les mers d'autrefois.

L'étude des animaux des grandes profondeurs ne nous fera pas négliger celle des animaux du littoral. Ils sont plus nombreux que les premiers, plus faciles à recueillir, et nous pouvons attendre de leur observation des résultats plus prompts et plus précis.

Nous aurons à les examiner surtout au point de vue de leurs relations zoologiques, de leur habitat, de leur dispersion en profondeur et en surface.

Lorsque l'on parcourt une étendue même restreinte du littoral, il est impossible de ne pas être frappé de l'extrême diversité des animaux et des plantes que l'on y rencontre. Il suffit d'un coup d'œil pour voir que les sables des plages ne sont pas habités par les mêmes animaux que les grèves vaseuses; que les rochers exposés aux grands coups des vagues du large ne sont pas recouverts par les mêmes animaux que ceux qui se trouvent à l'abri; que les parties de la côte ne découvrant que dans les grandes marées, ne portent ni les mêmes plantes, ni les mêmes animaux que celles découvrant tous les jours.

Chacune de ces conditions différentes détermine des variations considérables de la faune; nous chercherons à en établir les limites. C'est plus particulièrement sur les côtes de France que nous ferons cette étude dans une année très prochaine.

Je vous montrerai les aspects très différents que prend cette faune selon qu'on l'examine sur les côtes granitiques de Bretagne ou sur les roches calcaires de la Normandie, sur les sables des Landes ou dans l'estuaire vaseux de la Gironde, sur les côtes sans marées de la Méditerranée où sur celles à marées violentes du golfe de Saint-Malo.

J'espère même quelque jour ne pas me contenter de vous en parler théoriquement, mais emmener quelques uns d'entre vous faire des excursions océanographiques sur notre littoral. Nous pourrons par exemple suivre les côtes françaises de la Méditerranée en nous arrêtant dans les nombreuses stations zoologiques qui la bordent, de Banyuls à Monaco, et étudier en chemin les origines de sa faune qui soulèvent tant de questions géologiques, géographiques et zoologiques du plus grand intérêt.

Les faunes de régions éloignées, comme celles des mers chaudes, retiendront notre attention; ce sera l'occasion de vous exposer les résultats fournis par des expéditions récentes, telles que celle du *Siboga* dans l'Archipel Malais.

Dans ce même ordre de recherches, viendra l'examen des faunes polaires. Les études sur ces régions sont tout à fait à

l'ordre du jour et les expéditions de ces dernières années dans l'Arctique et l'Antarctique ont fourni des résultats du plus haut intérêt. Nous aurons à discuter la question si curieuse de la bipolarité des faunes qui soulève actuellement tant de controverses. Il s'agit de savoir si, dans les deux régions polaires du Nord et du Sud, où les conditions d'existence sont analogues, on retrouve les mêmes animaux qui sont alors bipolaires, ou s'ils sont au contraire complètement différents. La bipolarité des faunes n'est dans ce cas qu'une théorie intéressante, mais sans fondement.

Il faut alors expliquer comment ces animaux des deux pôles ont pu communiquer à travers les eaux chaudes de l'Equateur, ou s'ils ont pu les franchir en se glissant par dessous, sur le fond où l'eau est froide, pour passer d'un pôle à l'autre. Une autre explication consiste à considérer les faunes polaires comme les résidus adaptés à une vie toute différente de la faune qui aux époques géologiques antérieures étaient uniformément répandue dans les mers, alors beaucoup plus chaudes. La faune tropicale n'est dans ce cas que le vestige rétréci de la précédente. Toutes ces questions sont fort intéressantes lorsqu'on les suit dans les détails et qu'on les discute pièces en mains. C'est ce que nous ferons.

Ce que je viens de vous dire se rapporte aux animaux qui vivent tant sur le littoral que sur le sol des profondeurs de la mer.

Mais il existe autre catégorie, au moins aussi importante, d'être marins dont nous aurons à parler souvent dans ces leçons.

Ceux dont je viens de vous entretenir occupent le bord ou le fond de la mer, c'est-à-dire une *surface*; les autres occupent toute son épaisseur, c'est-à-dire un *volume*. Leur masse est donc beaucoup plus grande.

La mer est en effet, à tous ses niveaux, habitée par une foule immense d'êtres qui circulent sans cesse, qui nagent à la surface éclairée ou dans les profondeurs obscures, qui sont transportés par les courants, dont la plupart ne se repose jamais et dont beaucoup subisent des métamorphoses très curieuses.

Ces êtres, comme le dit le poète :

> Toujours poussés vers de nouveaux rivages,
> Dans la nuit éternelle emportés sans retour,

constituent la masse immense de ce qu'on appelle le Plankton. Cette poussière vivante comprend surtout des êtres microscopiques, ou à peine visibles à l'œil nu, qui forment une population beaucoup plus abondante et variée que les gros animaux.

Il n'y a que peu de temps que l'on s'est mis à étudier ce Plankton, et la multitude des êtres que l'on y trouve est telle que nous ne connaissons encore que très imparfaitement sa composition. Les méthodes qui permettent de le recueillir et de l'étudier sont très délicates; elles n'ont pas encore été employées dans des régions suffisamment étendues et pendant assez de temps. Il en résulte que les notions que nous possédons actuellement sur le plankton, ses variations locales, ses oscillations diurnes, nocturnes et saisonnières, sont très insuffisantes. Il faudra encore bien des années pour que nos connaissances sur ces questions soient suffisamment étendues et précises. Elles ont une très grande importance pratique et il y a là pour les chercheurs une mine inépuisable de travaux intéressants et de découvertes de premier ordre.

Ce que je viens de dire se rapporte surtout aux animaux marins adultes. Mais nous aurons à les étudier encore pendant leur vie embryonnaire et larvaire.

Les transformations que subissent la plupart de ces êtres, pendant la première partie de leur existence, sont presque toujours fort curieuses; elles nous renseignent sur les relations des animaux entre eux, sur la nature de leurs ancêtres; elles ont une haute portée philosophique et permettent d'élucider certains problèmes biologiques où elles apportent la lumière.

Beaucoup d'animaux marins subissent des transformations extraordinaires au cours de leur existence larvaire; certain d'entre eux peut être, pendant cette période, classé dans des familles fort différentes, et la réalité de ses affinités, la continuité de son évolution, ne peuvent être élucidées que par des recherches longues et toujours difficiles.

D'autres passent une première partie de leur existence sous forme d'êtres vagabonds qui sont entraînés par les courants marins; arrivés à un certain degré de développement ils se fixent, transforment complètement leur organisme et ne bougent plus jusqu'à la fin de leur vie.

Nous en rencontrons encore qui passent les premières phases de leur existence à la surface et la terminent dans les profondeurs; pour d'autres c'est l'inverse.

Noûs remarquerons aussi, parmi les animaux marins, des êtres qui ne peuvent mener une existence indépendante et qui ont besoin, pour vivre, d'être nourris ou protégés par d'autres êtres. Nous trouverons chez eux des parasites et des commensaux qui sont aussi curieux, aussi variés, qui subissent des métamorphoses et des transformations aussi compliquées, que celles que l'on observe dans la faune terrestre. Leur étude est fort intéressante, mais elle est souvent encore plus difficile et encore plus compliquée que chez les animaux aériens.

Messieurs, les quelques considérations que je viens de vous présenter ont pu vous faire entrevoir que les questions soulevées par l'Océanographie biologique sont très variées.

Mais il ne faudrait pas que les naturalistes se laissent effrayer par la crainte d'aborder une science où les résultats intéressants leur paraîtraient ne pouvoir être acquis que par des moyens dispendieux, hors de la portée du plus grand nombre. Il n'en est rien.

A côté des grandes expéditions qui nécessitent des navires et des machines puissantes, il y a place pour des travailleurs qui, soit dans les stations maritimes, soit isolément au bord de la mer, trouveront des faits intéressant au premier chef l'Océanographie. Je dirai même plus; il y a une autre catégorie de travailleurs qui, sans même aller au bord de la mer, rendent à l'Océanographie d'importants services, ce sont ceux qui étudient les collections.

En donnant à l'Institut Océanographique le magnifique Musée de Monaco, le Pince Albert a entendu mettre à la portée des naturalistes un incomparable instrument de travail.

Les collections d'êtres marins que ce Musée spécial renferme, représentent une accumulation de matériaux destinés à être mis en œuvre par des spécialistes pour le plus grand profit de la science de la mer.

C'est par l'étude et la comparaison des échantillons, par la critique des espèces, par le repèrage de leurs provenances sur des cartes marines, que l'on peut arriver à fixer d'une façon précise la valeur des éléments qui servent à l'établissement des faunes.

Lorsque l'Institut Océanographique sera construit, nous pourrons organiser très sérieusement ces recherches spéciales. En attendant, si quelques personnes s'y intéressent, je me ferai un plaisir de les accueillir dans mon laboratoire du Museum. Elles y seront bien reçues, elles y trouveront de magnifiques éléments de travail, mais je les préviens qu'elles y seront fort mal installées. Il m'est malheureusement impossible de leur offrir ce que je n'ai pas.

Il m'arrivera quelquefois, Messieurs, d'interrompre le sujet d'une série de leçons pour vous mettre au courant d'une découverte nouvelle, ou pour vous rendre compte des résultats fournis par une expédition récente. Il ne serait pas possible de procéder ainsi si cet enseignement devait conduire nos auditeurs à la conquête d'un diplôme. Cette préoccupation nous étant heureusement épargnée, notre liberté reste entière et je n'hésiterai pas à ouvrir ainsi quelques parenthèses qui vous tiendront au courant du mouvement scientifique, actuellement si actif, dans les sciences de la mer.

J'aurai enfin l'occasion de vous donner rendez-vous dans les galeries de mon service au Muséum ; j'espère que bon nombre d'entre vous consentiront à se risquer dans ces lointains parages pour voir les objets dont je vous aurai parlé mais qu'il n'est pas possible, en raison de leur nombre ou de leur fragilité, de faire transporter ici.

Il ne faudrait pas croire, Messieurs, que l'Océanographie biologique est une science purement théorique et que les recherches qu'elle provoque n'aboutissent à rien de pratique. Ce serait une erreur complète.

L'étude des animaux marins conduit à la connaissance de leur genre de vie, de leur nourriture, de leurs déplacements, de leur reproduction; elle a donc les plus étroits rapports avec les méthodes de capture et l'utilisation industrielle des animaux. Les migrations des Poissons, les données précises sur leur élevage, les méthodes de la pisciculture, de l'ostréiculture, l'exploitation industrielle de divers autres animaux, relèvent directement de l'Océanographie.

Ces choses semblent encore être très peu connues en France; il n'en est pas de même à l'étranger où elles sont de notoriété générale. Nous voyons par exemple en Angleterre, en Allemagne, des sommes énormes mises à la disposition des naturalistes, qui, par leurs recherches sur les animaux marins, contribuent à augmenter les ressources publiques. Rien de pareil n'existe chez nous.

Bien plus, une commission internationale dont le siège et le laboratoire central sont à Copenhague, recueille, par les moyens les plus variés, des documents nombreux sur les Poissons industriels, leurs migrations, la composition et les variations du Plankton dont ils se nourrissent selon les saisons et les localités. Presque tous les états européens y sont représentés; la France à peu près seule s'en est désintéressée. Et pourtant l'éducation scientifique, même rudimentaire, de nos pêcheurs est entièrement à faire; ils en sont encore aux vieilles méthodes que leurs confrères Anglais, Allemands, Norvégiens et Américains ont depuis longtemps abandonnées. Aussi les voyons nous trop souvent, lorsque le poisson manque, en proie à la plus noire misère que ne connaissent plus leurs rivaux qui les ont depuis longtemps distancés. Et, croyez le bien, ce n'est pas le poisson qui manque, c'est la connaissance des moyens scientifiques leur permettant de le trouver qui manque aux pêcheurs; ils ne savent pas, et malheureusement ils ne veulent pas savoir.

C'est une des tâches les plus importantes que les océanographes peuvent entreprendre; répandre dans le public les notions scientifiques de la biologie marine, montrer tout le parti que l'on peut en tirer par ses applications. On arrivera bien, de proche en proche, à faire comprendre qu'il y a quelque

chose à essayer à ceux qui, étant le plus directement intéressés, y sont le plus osbtinément opposés.

Ce rapide exposé du rôle de l'Océanographie biologique en tant que science pure ou que science appliquée vous montre quelle sera la méthode suivie dans ce cours; je chercherai à vous exposer les grandes questions biologiques soulevées par l'étude des animaux marins, mais je ne négligerai pas les conclusions pratiques que l'on peut en tirer.

Vous pourrez voir que si, dans l'état actuel des choses, on peut donner une solution à quelques-unes de ces questions, il en reste beaucoup plus où notre ignorance est plus ou moins complète. J'espère que quelques-uns de nos auditeurs s'y intéresseront et si je puis les déterminer à diriger leurs investigations dans cette voie, je croirai avoir bien mérité de cette science si propice aux découvertes.

BULLETIN DU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE DE MONACO
N° 87. — 30 Décembre 1906.

CAMPAGNE SCIENTIFIQUE DE LA *PRINCESSE-ALICE*
(1906)

# Liste des Stations

(AVEC DEUX CARTES)

| NUMÉRO de STATION | DATE | LOCALITÉ | | | | PROFO e MÉT |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | LATITUDE | | LONGITUDE (Greenwich) | | |
| | **1906** | | | | | |
| **2309** | 9 avril | 43° 15' | N. | 7° 50' | E. | Surf |
| **2310** | — | 43° 17' | N. | 7° 52' | E. | 24 |
| **2311** | — | — | | — | | 0-2 |
| **2312** | 10 avril | 43° 19' | N. | 7° 13' | E. | Atmos |
| **2313** | — | 43° 20' | N. | 7° 12' | E. | – |
| **2314** | 11 avril | En quittant Saint-Tropez | | | | Surf |
| **2315** | — | 43° 12' | N. | 7° 33' | E. | Atmos |
| **2316** | — | 43° 14' | N. | 7° 31' | E. | – |
| **2317** | 27 avril | En quittant le Golfe Juan | | | | Surf |
| **2318** | — | 43° 18' | N. | 7° 43' | E. | Atmos |
| **2319** | — | 43° 15' | N. | 7° 38' | E. | 23 |
| **2320** | — | — | | — | | 0-2 |
| **2321** | 18 mai | 40° 33' | N. | 4° 41' | E. | 27 |
| **2322** | — | — | | — | | à 1 |
| **2323** | — | — | | — | | à 2 |
| **2324** | 21 mai | 40° 10' | N. | 4° 27' | E. | 20 |
| **2325** | — | — | | — | | à 1 |
| **2326** | — | — | | — | | à 1 |
| **2327** | — | — | | — | | à 1 |
| **2328** | 22 mai | 40° 33' | N. | 4° 39' | E. | 27 |
| **2329** | — | — | | — | | à 2 |
| **2330** | — | — | | — | | à 1 |
| **2331** | — | 40° 32' | N. | 4° 43' | E. | 27 |
| **2332** | — | — | | — | | à 2 |
| **2333** | — | — | | — | | à 1 |
| **2334** | — | — | | — | | à 1 |
| **2335** | 23 mai | 40° 21' | N. | 4° 31' | E. | 26 |
| **2336** | — | — | | — | | à 2 |

| ℓE DU FOND | PROCÉDÉ de RÉCOLTE | OBSERVATIONS |
|---|---|---|
| | Filet fin étroit | 10 nœuds (11 h. 30 matin — 12. h. 15) Moutons abondants |
| Vase | Tube sond. Buchanan | |
| | Filet à grande ouverture (3m) | *Acanthephyra*, Annélides, etc. |
| | Cerfs-volants | Tombés à l'eau |
| | — | Tombés près Saint-Tropez |
| | Filet fin étroit | 8 nœuds ½ (8 h. 32 — 9 h. 15 matin) |
| | Ballon pilote | |
| | Ballons sonde | |
| | Filet fin étroit | 6 nœuds ½ (8 h. 15 — 9 h. matin) |
| | Ballon pilote | |
| Vase | 3 lests | |
| | Filet à grande ouverture (3m) | *Chauliodus, Acanthephyra* |
| Vase | Tube sond. Buchanan | |
| | Piézomètre Ekman | |
| | — | |
| Vase | Plomb de sonde (75 kgs) | |
| | Piézomètre Ekman | |
| | 2 Bouteilles Buchanan | |
| | — | |
| Vase | Plomb de sonde (75 kgs) | |
| | Piézomètre Ekman | |
| | — | |
| Vase | Plomb de sonde (75 kgs) | |
| | Piézomètre Ekman | |
| | — | |
| | 2 Bouteilles Buchanan | |
| se grise | Plomb de sonde (75 kgs) | |
| | Piézomètre Ekman | |

| NUMÉRO de STATION | DATE | LOCALITÉ | | PROFONDE en MÈTRE |
|---|---|---|---|---|
| | | LATIUDE | LONGITUDE (Greenwich) | |
| | **1906** | | | |
| **2337** | 23 mai | 40° 21' N. | 4° 31' E. | à 150 |
| **2338** | — | 40° 30' N. | 4° 42' E. | 2728 |
| **2339** | — | — | — | à 260 |
| **2340** | — | — | — | à 150 |
| **2341** | — | — | — | à 260 |
| **2342** | 24 mai | 40° 10' N. | 4° 20' E. | à 113 |
| **2343** | 25 mai | 37° 31' N. | 1° 20' E. | 2811 |
| **2344** | — | — | — | à 260 |
| **2345** | 26 mai | 37° 04' N. | 0° 58' W. | à 150 |
| **2346** | 30 mai | 38° 26' N. | 10° 17' W. | arrêté 4730 |
| **2347** | — | — | — | à 450 |
| **2348** | — | — | — | à 260 |
| **2349** | 31 mai | 40° 10' N. | 11° 29' W. | à 450 |
| **2350** | — | — | — | à 260 |
| **2350** bis | — | — | — | ? |
| **2351** | — | — | — | à 450 |
| **2352** | 1er juin | 42° 49' N. | 10° 9' 30" W. | à 260 |
| **2353** | — | 42° 55' N. | 10° 4' W. | à 300 |
| **2354** | — | — | — | à 260 |
| **2355** | — | — | — | à 260 |
| **2356** | 2 juin | 44° 34' N. | 8° 27' W. | 4915 |
| **2357** | — | — | — | à 450 |
| **2358** | — | — | — | à 300 |
| **2359** | 3 juin | 46° 13' N. | 6° 35' W. | à 450 |
| **2360** | — | — | — | à 300 |
| **2361** | — | 46° 35' N. | 6° 40' W. | à 400 |
| **2362** | 28 juin | Entre Isle of May et Fife Ness | | Surfa |
| **2363** | — | Côte E. d'Ecosse (près Girdleness) | | — |

| URE DU FOND | PROCÉDÉ de RÉCOLTE | OBSERVATIONS |
|---|---|---|
| | Piézomètre Ekman | |
| Vase | Plomb de sonde (75 kgs) | |
| | Piézomètre Ekman | |
| | — | |
| | — | |
| | — | |
| Vase | Plomb de sonde (75 kgs) | |
| | Piézomètre Ekman | |
| | — | |
| | Tube sondeur Buchanan | |
| | Piézomètre Ekman | |
| | — | |
| | — | |
| | — | |
| | Sur câble de sondage | Tentacule de *Mastigoteuthis* |
| | Piézomètre Ekman | Câble cassé à 2720m |
| | — | |
| | 2 Bouteilles Buchanan | |
| | Piézomètre Ekman | |
| | — | |
| Vase | Tube sondeur Buchanan | |
| | Piézomètre Ekman | |
| | 2 Bouteilles Buchanan | |
| | Piézomètre Ekman | |
| | 2 Bouteilles Buchanan | |
| | Piézomètre Ekman | |
| | Filet fin étroit | 11 nœuds (11 h. 10 — 11 h. 30 matin) |
| | — | 9 nœuds ½ (4 h. — 4 h. 25) |

| NUMÉRO de STATION | DATE | LOCALITÉ | | | | PROFONDI en MÈTRE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | LATITUDE | | LONGITUDE (Greenwich) | | |
| | **1906** | | | | | |
| **2364** | 28 juin | Près Buchan Ness | | | | Surfac |
| **2365** | 29 juin | 58° 40' | N. | 1° 10' | E. | — |
| **2366** | — | 58° 49' | N. | 1° 50' | E. | — |
| **2367** | — | 59° 20' | N. | 3° 30' | E. | — |
| **2368** | 3 juillet | Vilnæsfjord (Norvége) | | | | — |
| **2369** | — | Brufjord (Norvége) | | | | — |
| **2370** | — | Silde Gabet (Norvége) | | | | — |
| **2371** | — | à l'ouest de Stadtlandet (Norvége) | | | | — |
| **2372** | — | Rövdefjord (Norvége) | | | | — |
| **2373** | 3-4 juillet | Mouillage à Lepsö | | | | |
| **2374** | 4 juillet | Chenal Fugle, devant Kvitholm | | | | Surfac |
| **2375** | — | Tyrhang | | | | — |
| **2376** | — | Près de Tarvefjord | | | | — |
| **2377** | — | Par le travers de Nordnæset | | | | — |
| **2378** | 5 juillet | Avant Lovunen près du cercle polaire | | | | — |
| **2379** | — | Par le travers de l'ile Træn | | | | — |
| **2380** | — | Près de l'ile Sud Helligvær | | | | — |
| **2381** | — | Par le travers du pic de Hammerö (Vestfjord) | | | | — |
| **2382** | 6 juillet | Lödingen (Lofoten) | | | | 40 envir |
| **2383** | — | — | | | | Surfac |
| **2384** | — | Entrée de l'Ofotenfjord | | | | — |
| **2385** | — | En quittant Narvik | | | | — |
| **2386** | 6-7 juillet | Kastnæs | | | | 20 envir |
| **2387** | 8 juillet | Tromsö | | | | Littora |
| **2388** | 9 juillet | En quittant Tromsö | | | | Surfac |
| **2389** | — | Fuglö Sund | | | | — |
| **2390** | 10 juillet | 71° 30' | N. | 20° | E. | — |
| **2391** | — | 71° 55' | N. | 19° 55' | E. | — |

| TURE DU FOND | PROCÉDÉ de RÉCOLTE | OBSERVATIONS |
|---|---|---|
| | Filet fin étroit | 9 nœuds ½ (8 h. 35 — 8 h. 50 soir) non loin de Peterhead |
| | — | 8 nœuds ½ (7 h. 40 — 7 h. 50 matin) |
| | — | 9 nœuds (12 h. — 12 h. 10 soir) |
| | — | 9 nœuds (8 h. 27 — 8 h. 37 soir) |
| | — | 10 nœuds (8 h. — 8 h. 10 matin) |
| | — | 10 nœuds (10 h. — 10 h. 30 matin) |
| | — | 10 nœuds (1 h. 15 — 1 h. 30 soir) |
| | — | 10 nœuds (2 h. 15 — 2 h. 45) |
| | — | 10 nœuds (4 h. 15 — 4 h. 45 soir) |
| | Trémails | |
| | Filet fin étroit | 10 nœuds (7 h. 15 — 7 h. 45) |
| | — | 10 nœuds (10 h. 5 — 10 h. 45) |
| | — | 10 nœuds (2 h. 25 — 3 h. 25) |
| | — | 10 nœuds (8 h. 30 — 9 h. 15 soir) |
| | — | 10 nœuds (7 h. — 7 h. 30 matin) |
| | — | 10 nœuds (10 h. — 10 h. 30 matin) |
| | — | 10 nœuds (3 h. 15 — 3 h. 45 soir) |
| | — | 10 nœuds (10 h. — 11 h. matin) |
| | Trémails | |
| | Haveneau | Méduse etc. |
| | Filet fin étroit | 10 nœuds (9 h. — 9 h. 40 matin) |
| | — | |
| | Trémails | |
| | | Sable coquillier et à algues calcaires |
| | Filet fin étroit | 9-10 nœuds (5 h. 30 — 6 h. soir) |
| | — | 9 nœuds (8 h. 50 — 9 h. 15 soir) |
| | — | 9 nœuds (7 h. — 7 h. 30 a. m.) |
| | — | 9 nœuds (10 h. — 10 h. 30 a. m.) |

| NUMÉRO de STATION | DATE | LOCALITÉ | | PROFOND EN MÈTRE |
|---|---|---|---|---|
| | | LATITUDE | LONGITUDE (Greenwich) | |
| | **1906** | | | |
| **2392** | 10 juillet | 72° 30' N. | 19° 45' E. | Surfac |
| **2393** | — | 73° 20' N. | 19° E. | — |
| **2394** | 11 juillet | 74° 40' N. | 17° E. | — |
| **2395** | — | 75° N. | 16° 30' E. | — |
| **2396** | — | 75° 30' N. | 16° E. | — |
| **2397** | — | 76° N. | 15° E. | — |
| **2398** | 12 juillet | 77° 30' N. | 11° 20' E. | — |
| **2399** | — | 77° 45' N. | 11° E. | — |
| **2400** | — | 78° 10' N. | 10° 40' E. | — |
| **2401** | — | Près de la pointe N. W. de Prince Charles Foreland | | — |
| **2402** | — | En entrant dans la baie King | | — |
| **2403** | 13 juillet | Baie King (Hâvre Coal) | | — |
| **2404** | — | — | | — |
| **2405** | — | — | | A ter |
| **2405** bis | — | — | | Atmosp |
| **2406** | 13-14 juillet | — | | 6 envi |
| **2407** | 14 juillet | De la baie King à la baie Cross | | Surfa |
| **2408** | — | Baie Cross | | A ter |
| **2409** | 14-15 juillet | Baie Cross (Cross Road) | | 8 envi |
| **2409** bis | 15 juillet | — | | Atmosp |
| **2410** | — | Entre Cross Road et la sortie de la baie Cross | | Surfa |
| **2411** | — | Au large du Cap Mitre | | — |
| **2412** | 16 juillet | 79° 12' N. | 7° 42' 30" E. | Atmosp |
| **2413** | — | 78° 59' N. | 7° 44' E. | Surfa |
| | | Au large des Seven Icebergs | | |
| **2414** | — | 78° 55' N.<br>79° 12' N. | 8° 34' E.<br>7° 54' E. | Atmosp |
| **2415** | — | 79° 12' N. | 7° 54' E. | Surfa |

| 'URE DU FOND | PROCÉDÉ de RÉCOLTE | OBSERVATIONS |
|---|---|---|
| | Filet fin étroit | 9 nœuds (1 h. 45 — 2 h. 20 soir) |
| | — | 9 nœuds (8 h. 50 — 9 h. 30 soir) |
| | — | 8 nœuds ½ (7 h. — 7 h. 30 matin) |
| | — | 7 nœuds (10 h. 20 — 10 h. 55 matin) |
| | — | 6 nœuds ½ (3 h. 55 — 4 h. 45) |
| | — | 7 nœuds (9 h. — 9 h. 30 soir) |
| | — | 7 nœuds ½ (7 h. — 7 h. 30 matin) |
| | — | 8 nœuds ½ (10 h. 30 — 11 h. 5 matin) |
| | — | 8 nœuds ½ (1 h. 55 — 2 h. 25 soir) |
| | — | 9 nœuds (5 h. 35 — 6 h. 5 soir) |
| | Haveneau | *Limacina*, Amphipodes, etc. |
| | Divers | *Phoca barbata, P. putrida* |
| | Haveneau | *Clio borealis, Limacina arctica*, etc. |
| | Divers | Plantes, Algues d'eau douce |
| | Ballon pilote | |
| | Trémails | *Cottus scorpius, Sabinea* |
| | Filet fin étroit | 7 nœuds (9 h. 55 — 10 h. 30 matin) |
| | Divers | Oiseaux, Crânes et ossements de *Beluga*, etc. |
| | Trémails | 25 *Cottus scorpius* |
| | Ballon pilote | |
| | Filet fin étroit | 7 nœuds (8 h. 45 — 9 h. 15 soir) |
| | — | 7 nœuds (10 h. 30 — 11 h. soir) |
| | Ballon pilote | |
| | Filet fin étroit | 8 nœuds ½ (11 h. 22 — 11 h. 52 matin) |
| | Ballons sondes | |
| | Filet fin étroit | 5 nœuds (6 h. — 7 h. soir) |

| NUMÉRO de STATION | DATE | LOCALITÉ | | PROFONDI en MÈTRE |
|---|---|---|---|---|
| | | LATITUDE | LONGITUDE (Greenwich) | |
| | **1906** | | | |
| **2416** | 16 juillet | 79° 20' N. | 8° E. | Surfac |
| **2417** | 17 juillet | 80° N. | 11° 30' E. | — |
| **2418** | 18 juillet | Ile Deadman (entre les îles Amsterdam et Danes) | | Atmosph |
| **2419** | 17-19 juillet | Ile Amsterdam, côte sud | | Diver |
| **2420** | 18-19 juillet | — | | 8 envir |
| **2421** | 19 juillet | Ile Amsterdam (côte près du mouillage) | | Atmosph |
| **2422** | 20 juillet | Côte W. de l'île Danes | | Surfac |
| **2423** | 21 juillet | Smeerenburg | | — |
| **2424** | 21-22 juillet | South Gat (mouillage près l'île Danes) | | |
| **2425** | 21 juillet | — | | Atmosph |
| **2426** | 22 juillet | — | | Littora |
| **2427** | — | Smeerenburg | | Surfac |
| **2428** | 22-23 juillet | Mouillage du South Gat | | |
| **2429** | 23 juillet | Smeerenburg | | Surfac |
| **2430** | 24 juillet | Au large (entre l'Outer Norway et la baie Red) | | — |
| **2431** | — | En entrant dans la baie Wijde | | — |
| **2432** | — | Dans la baie Wijde | | — |
| **2433** | 25 juillet | Baie Wijde (mouillage de Chart Valley) | | Atmosph |
| **2434** | — | — | | A terr |
| **2435** | 26 juillet | Baie Wijde (côte E. de l'Eastfjord) | | — |
| **2436** | — | — | | Atmosph |
| **2437** | — | — | | 0-15 |
| **2438** | — | — | | |
| **2439** | 27 juillet | Baie Wijde (côte W. de l'Eastfjord) | | Littora |
| **2440** | — | Baie Wijde (Eastfjord) | | Surface |
| **2441** | 28 juillet | Baie Wijde (mouillage de Lake Valley) | | 0-21 |
| **2442** | — | — | | 20 envir |

| TURE DU FOND | PROCÉDÉ de RÉCOLTE | OBSERVATIONS |
|---|---|---|
| | Filet fin étroit | 6 nœuds (8 h. 40 — 9 h. 10 soir) |
| | — | 3 nœuds (9 h. — 10 h. 30) |
| | Ballon pilote | |
| | Divers | Phoque échoué, Algues, Crabes, etc. |
| | Trémails | *Cottus scorpius* |
| | Ballon pilote | |
| | Filet fin étroit | 7 nœuds (8 h. 50 — 9 h. 50 soir) |
| | | Phoque |
| | Trémails | *Cottus scorpius, Liparis* |
| | Ballon pilote | |
| | Divers | |
| | Carabine | *Phoca putrida* |
| | Trémails | |
| | Filet fin étroit | 6 nœuds (5 h. 20 — 5 h. 45 soir) |
| | — | 6 nœuds (8 h. 40 — 9 h. 10 matin) |
| | — | 7 nœuds (2 h. 10 — 2 h. 40 soir) |
| | — | 7 nœuds (6 h. 20 — 7 h. 10 soir) |
| | Cerfs-volants | |
| | Divers | Fossiles, minéraux, etc. |
| | — | |
| | Ballon pilote | |
| | Bouteille Richard | Série verticale |
| | Trémails | Rien |
| | Divers | Divers |
| | Filet fin étroit | 4 nœuds (3 h. 30 — 4 h. soir) |
| | Bouteille Richard | Série verticale |
| | Petite drague | |

| NUMÉRO de STATION | DATE | LOCALITÉ | | PROFONDI en MÈTRE |
|---|---|---|---|---|
| | | LATITUDE | LONGITUDE (Greenwich) | |
| | **1906** | | | |
| **2443** | 28 juillet | Baie Wijde (mouillage de Lake Valley) | | Atmospl |
| **2444** | — | — | | A ter |
| **2445** | 29 juillet | A environ 12 milles au N. de la baie Red | | Surfa |
| **2446** | — | Dans le Smeerenburg | | — |
| **2447** | 30 juillet | Mouillage de Hollandar Point | | 0-16 |
| **2448** | — | — | | Atmospl |
| **2449** | — | — | | Surfa |
| **2450** | 30-31 juillet | — | | 6 à 1 |
| **2451** | 31 juillet | — | | Atmospl |
| **2452** | 1er août | Smeerenburg | | Surfa |
| **2453** | — | Au large des Seven Icebergs | | — |
| **2454** | 2 août | Côte E. du nord de Prince Charles Foreland | | 0-14 |
| **2455** | — | — | | 18 |
| **2456** | — | — | | Surfa |
| **2457** | — | 79° 2' 30" N.<br>78° 57' N. | 9° 2' E.<br>9° 46' E. | Atmosp |
| **2458** | 3 août | Côte E. du nord de Prince Charles Foreland | | — |
| **2459** | — | — | | — |
| **2460** | 4 août | En quittant Prince Charles Foreland | | Surfa |
| **2461** | — | Au large du Prince Charles Foreland | | — |
| **2462** | — | 78° 11' 30" N.<br>78° 19' N. | 10° 38' E.<br>11° 7' E. | Atmospl |
| **2463** | — | 78° 19' N. | 11° 7' E. | Surfa |
| **2464** | — | En entrant dans l'Icefjord | | — |
| **2465** | — | — | | — |
| **2466** | — | Icefjord (en face de la baie Coal) | | — |
| **2467** | 5 août | A l'entrée de la baie Advent | | — |
| **2468** | — | Baie Advent (près du mouillage) | | — |
| **2469** | — | Baie Advent (au mouillage) | | — |

| TURE DU FOND | PROCÉDÉ de RÉCOLTE | OBSERVATIONS |
|---|---|---|
| | Ballon pilote | |
| | Divers | Bois flottés, etc. |
| | Filet fin étroit | 6 nœuds (8 h. 20 — 8 h. 50 soir) |
| | — | 6 nœuds (10 h. 50 — 11 h. 30 soir |
| | Bouteille Richard | Série verticale |
| | Cerfs-volants | |
| | Haveneau | |
| | Trémails | |
| | Cerfs-volants | |
| | Filet fin étroit | 7 nœuds (3 h. 15 — 4 h. soir) |
| | — | 7 nœuds (5 h. 50 — 6 h. 30 soir) |
| | Bouteille Richard | Série verticale au mouillage |
| | Divers | Laminaires, etc. |
| | Filet fin étroit | En quittant le mouillage (1 h. 20 - 2 h. s |
| | Ballons sonde | |
| | Cerfs-volants | Au mouillage |
| | — | |
| | Filet fin étroit | 9 nœuds ½ (9 h. 40 — 10 h. 10 matii |
| | Seau | Eau de surface |
| | Ballons sonde captifs | |
| | Seau | Eau de surface |
| | Filet fin étroit | 9 nœuds ½ (9 h. 35 — 10 h. 5 soir) |
| | Seau | Eau de surface |
| | — | — |
| | — | — |
| | — | — |
| | — | — |

| NUMÉRO de STATION | DATE | LOCALITÉ | | PROFONDEI en MÈTRE |
|---|---|---|---|---|
| | | LATITUDE | LONGITUDE (Greenwich) | |
| | **1906** | | | |
| **2470** | 5 août | Baie Advent (au mouillage) | | 46 |
| **2471** | — | — | | 0-50 |
| **2472** | — | — | | Atmosph |
| **2473** | — | — | | — |
| **2474** | — | — | | |
| **2475** | 5-6 août | — | | |
| **2476** | 6 août | — | | A terr |
| **2477** | 8 et 31 août | Hâvre Green (Green Harbour) | | — |
| **2478** | 8 août | Baie Advent (mouillage) | | Atmosph |
| **2479** | 8-9 août | — | | 7 envir |
| **2479** bis | 10 août | — | | Atmosph |
| **2480** | 11 août | Hâvre Green (Green Harbour) | | 0-38 |
| **2481** | 12 août | Hâvre Safe (Safe Harbour) | | 0-57 |
| **2482** | — | — | | |
| **2483** | — | — | | environ |
| **2484** | — | — | | 0-20 |
| **2485** | — | — | | Surfac |
| **2486** | 13 août | En sortant de l'Icefjord | | — |
| **2487** | — | Au large du Prince Charles Foreland | | — |
| **2488** | 14 août | Baie Cross (Cross Road) | | 0-12 |
| **2489** | — | — | | 0-60 |
| **2490** | 14-15 août | — | | 7 |
| **2491** | 16 août | — | | 270 |
| **2492** | — | — | | 264 |
| **2493** | — | — | | 290 |
| **2494** | — | — | | 218 |
| **2495** | — | — | | 251 |

| URE DU FOND | PROCÉDÉ de RÉCOLTE | OBSERVATIONS |
|---|---|---|
| | Divers | Divers |
| | Bouteille Richard | Série verticale |
| | Ballon pilote | |
| | — | |
| | Trémails | 20 *Cottus scorpius* |
| | — | Nombreux *C. scorpius* |
| | Divers | Squelettes de *Beluga*, etc. |
| | — | Fossiles, Oiseaux, pièces de *B. Sibbaldi* |
| | Ballon pilote | |
| | Trémails | Nombreux *C. scorpius* |
| | Ballon pilote | |
| | Bouteille Richard | Série verticale |
| | — | — |
| | Trémails | Quelques *C. scorpius* |
| | Sur un grappin | Némerte et Polychètes |
| | Bouteille Richard | Série verticale |
| | Carabine | 1 *Phoca barbata* de 250 kg. et de 2m 50 |
| | Filet fin étroit | 8 nœuds ½ (2 h. 40 — 3 h. 15 soir) |
| | — | 8 nœuds ½ (8 h. 55 — 9 h. 45 soir) |
| | Bouteille Richard | Série verticale |
| | — | — |
| | Trémails | Nombreux *C. scorpius*<br>1 *Cyclopterus liparis* |
| e noire et grise | Tube sondeur Buchanan | |
| — | — | |
| — | Tube sondeur Buchanan<br>Bouteille Richard | |
| e noire et grise<br>etits cailloux | Sondeur Léger | |
| — | — | |

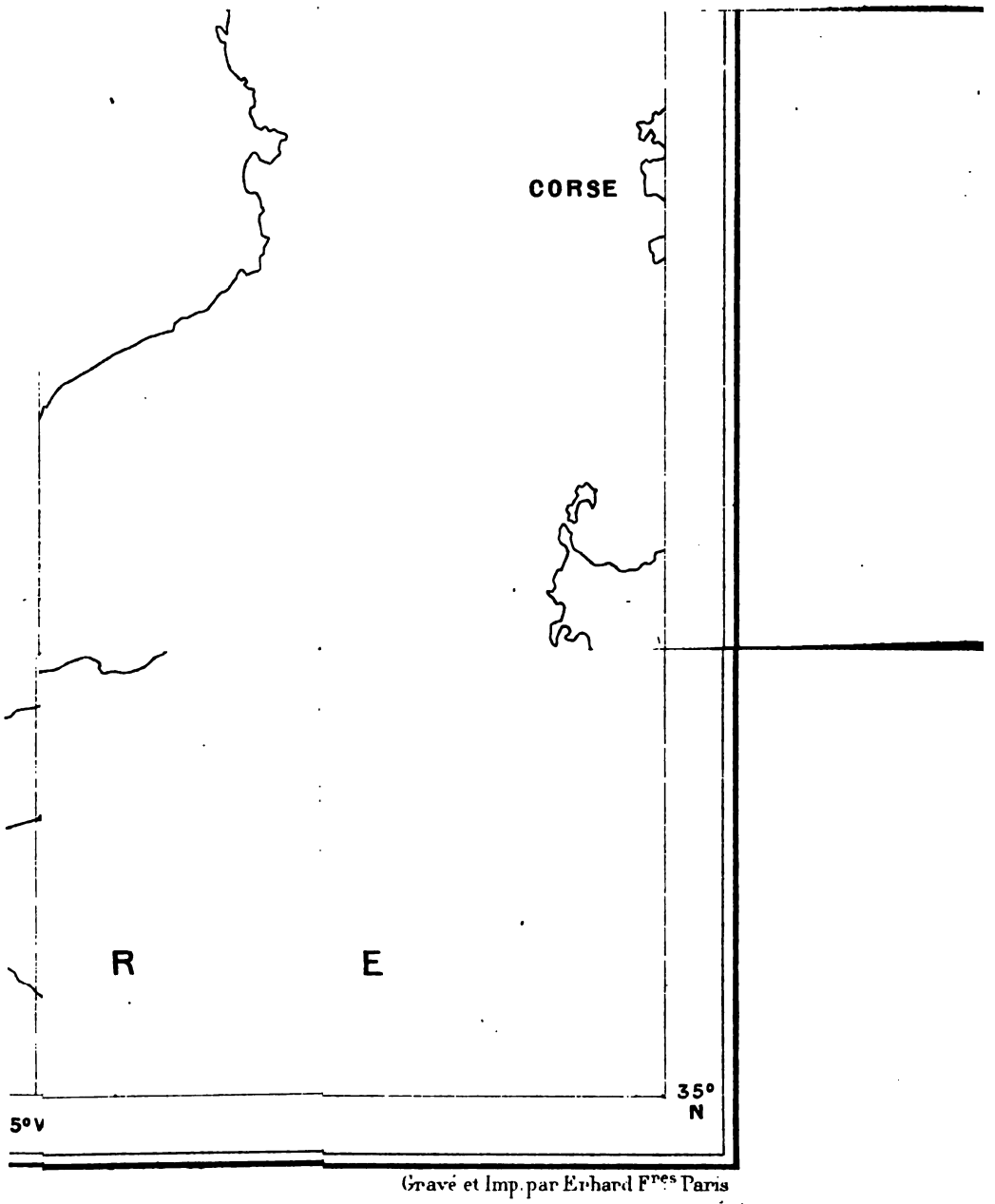
| NUMÉRO de STATION | DATE | LOCALITÉ | | PROFONDEUR en MÈTRES |
|---|---|---|---|---|
| | | LATITUDE | LONGITUDE (Greenwich) | |
| | **1906** | | | |
| **2496** | 16 août | Baie Cross | | 304 |
| **2497** | — | — | | 320 |
| **2498** | 16-19 août | — | | 320 |
| **2499** | 16 août | — | | 250 |
| **2500** | 16-17 août | — | | |
| **2501** | 17 août | — | | 325 |
| **2502** | — | — | | 140 |
| **2503** | — | — | | 331 |
| **2504** | — | — | | 335 |
| **2505** | 18 août | — | | Atmosphèr |
| **2506** | 19 août | — | | 372 |
| **2507** | 20 août | — | | 334 |
| **2508** | — | — | | 368 |
| **2509** | 20-26 août | — | | 368 |
| **2509** bis | 19-20 août | — | | |
| **2510** | 20 août | En quittant la baie Cross | | Surface |
| **2511** | 21 août | 78° 50' N.<br>78° 50' N. | 6° 42' E.<br>6° 32' E. | Atmosphèr |
| **2512** | 22 août | Entre Prince Charles Foreland et le Cap Mitre | | Surface |
| **2513** | — | Baie Cross | | Atmosphèr |
| **2514** | 22-23 août | — | | 7-8 |
| **2515** | 24 août | Baie Müller | | 0-22 |
| **2516** | — | Baie Müller (environ) | | Surface |
| **2517** | — | Baie Müller | | Atmosphèr |
| **2518** | 24-25 août | — | | 10-23 |

| TURE DU FOND | PROCÉDÉ de RÉCOLTE | OBSERVATIONS |
|---|---|---|
| | Sondeur Léger | |
| | — | |
| | Nasse triangulaire | 12 *Hyas*, 2 *Careproctus Reinhardi*, etc. |
| se noire et grise cailloux | Sondeur Léger | |
| | Trémails | Quelques *C. scorpius*, *Sabinea* 1 petit *Phoca putrida* |
| se noire et grise cailloux | Sondeur Léger | |
| — | — | |
| — | — | |
| — | — | |
| | Ballon pilote | |
| se noire et grise | Sondeur Léger | |
| — | Sondeur Léger Bouteille Richard | |
| — | Sondeur Léger | |
| — | Nasse triangulaire | 101 *Hyas* 5 *Careproctus Reinhardi*, Crevette |
| | Trémails | Pagures, 1 *Gadus*, *Cottus* |
| | Filet fin étroit | 7 nœuds (9 h. 40 — 10 h. 10 soir) |
| | Ballons sonde | Perdus |
| | Filet fin étroit | 4 nœuds (2 h. 25 — 3 h. 15 soir) |
| | Ballons sonde captifs | |
| | Trémails | Nombreux *C. scorpius*, *Liparis*, *Hy* |
| | Bouteille Richard | Série verticale |
| | Divers | 2 *Phoca barbata*, 1 *Pagophila eburn* |
| | Ballon pilote | Près du mouillage |
| | Trémails | *C. scorpius*, etc. |

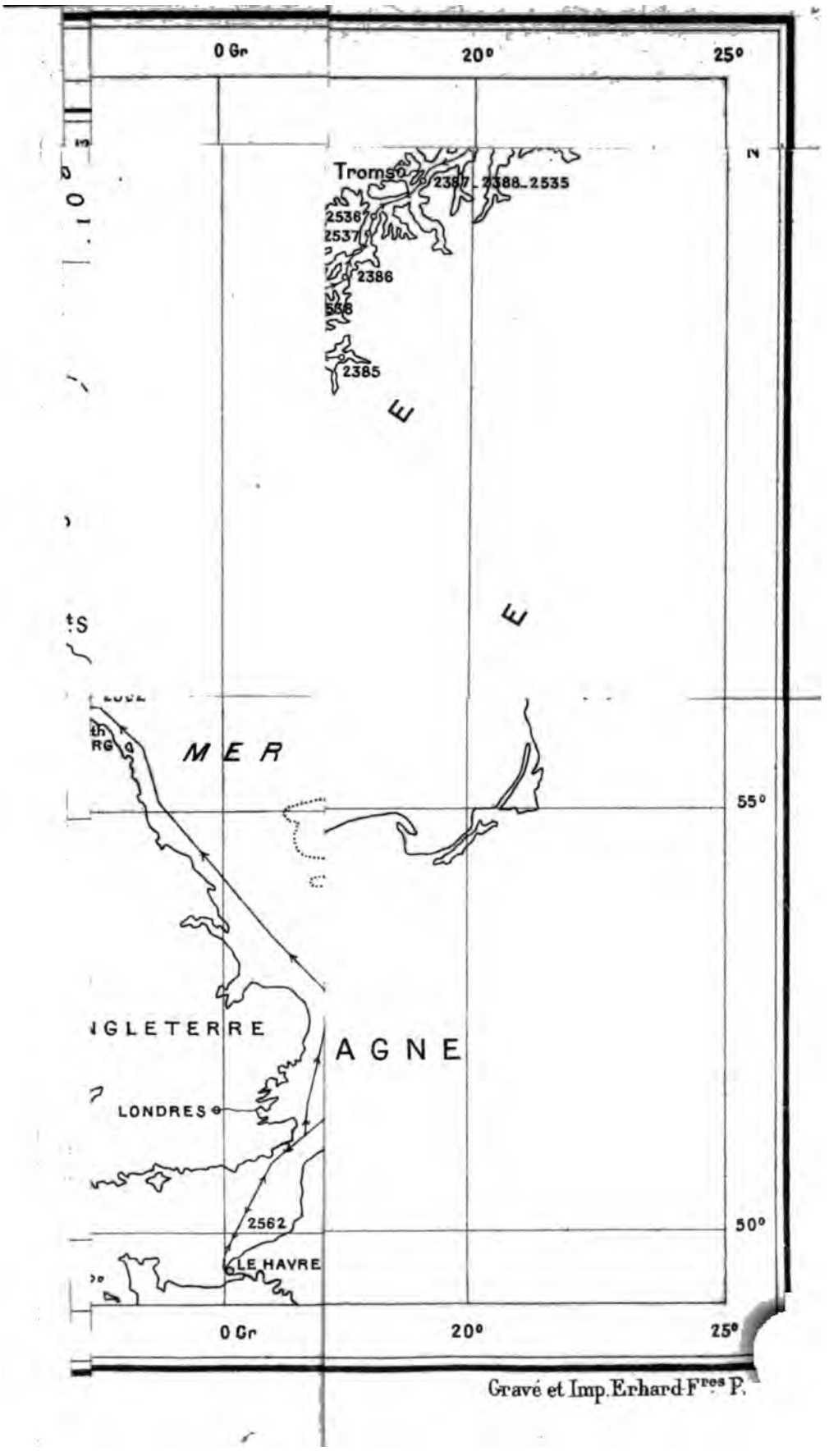
| NUMÉRO de STATION | DATE | LOCALITÉ | | PROFONDI en MÈTRE |
|---|---|---|---|---|
| | | LATITUDE | LONGITUDE (Greenwich) | |
| | **1906** | | | |
| **2519** | 25 août | Baie Müller | | Atmospl |
| **2520** | — | Baie Müller (environ) | | Surfac |
| **2521** | 27 août | Baie Cross | | 332 |
| **2522** | — | — | | 0-320 |
| **2523** | — | En arrivant à la baie Blomstrand | | Surfac |
| **2524** | 28 août | Baie Blomstrand | | — |
| **2525** | — | — | | A terr |
| **2526** | 28-29 août | — | | |
| **2527** | 31 août | Hâvre Green (Green Harbour) | | 0-32 |
| **2527** bis | 1er septembre | — | | Atmospl |
| **2528** | 2 septembre | Entre les Havres Green et Safe | | Surfac |
| **2529** | — | 77° 12' N. | 13° 3' E. | — |
| **2530** | 3 septembre | 75° 7' N. | 12° 55' E. | — |
| **2531** | — | 74° 16' N. | 16° 47' E. | — |
| **2532** | 4 septembre | 71° 57' N. | 19° 20' E. | — |
| **2533** | — | 70° 45' N.<br>70° 35' 30" N. | 20° 11' E.<br>20° 30' E. | Atmospl |
| **2534** | 5 septembre | Karlsö | | |
| **2535** | 5-6 septembre | Tromsö | | |
| **2536** | 7 septembre | Gibostad | | Atmospl |
| **2537** | — | Dans le Gi Sund | | Surfac |
| **2538** | — | Par le travers de l'île Rollen | | — |
| **2539** | 7-8 septembre | Lödingen | | |
| **2540** | 8 septembre | Vestfjord, par le travers de Fladö | | Surfac |
| **2541** | — | 67° 53' 30" N.<br>68° 15' N. | 14° 28' E.<br>14° 37' E. | Atmosph |
| **2542** | — | Au large du banc de Ojensveboer | | Surfac |
| **2543** | 9 septembre | Dans le Stifjord | | — |
| **2544** | 10 septembre | 66° 25' N.<br>64° 30' N. | 13°<br>10° 30' E. | — |

| ATURE DU FOND | PROCÉDÉ de RÉCOLTE | OBSERVATIONS |
|---|---|---|
| | Ballon pilote | Près du mouillage |
| | Carabine | 1 Phoque |
| Vase | Sondeur Léger | |
| | Filet à grande ouverture (3m) | |
| | Filet fin étroit | 7 nœuds (6. h. 40 — 7 h. 15 soir) |
| | Carabine | 2 *Phoca putrida*. |
| | Divers | Cailloux, fossiles etc., au cap Blomstr |
| | Trémails | 5 *Cottus scorpius*, 1 *Liparis* |
| | Bouteille Richard | Série verticale |
| | Ballon pilote | |
| | Filet fin étroit | 5 nœuds (9 h. 30 — 10 h. 50 matin) |
| | — | 9 nœuds (5 h. 45 — 6 h. 45 soir) |
| | — | 9 nœuds (8 h. 45 — 9 h. 15 matin) |
| | — | 10 nœuds (3 h. 20 — 4 h. 5 soir) |
| | — | 9 nœuds (7 h. — 7 h. 30 matin) |
| | Ballons sonde | |
| | Trémails | Algues calcaires |
| | — | |
| | Ballons sonde | |
| | Filet fin étroit | 8 nœuds (9 h. 45 — 10 h. 15 matin) |
| | — | 9 nœuds ½ (3 h. 5 — 3 h. 30 matin) (Vaagsfjord) |
| | Trémails | |
| | Filet fin étroit | 8 nœuds ½ (8 h. 45 — 9 h. 20 matin) |
| | Ballons sonde captifs | |
| | Filet fin étroit | 9 nœuds (2 h. 55 — 4 h. soir) |
| | — | 9 nœuds (8 h. 35 — 9 h. 10 matin) |
| | — | 9 nœuds (8 h. 30 — 9 h. 10 matin) |

| NUMÉRO de STATION | DATE | LOCALITÉ | | | | PROFONDEU en MÈTRES |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | LATITUDE | | LONGITUDE (Greenwich) | | |
| | **1906** | | | | | |
| **2545** | 10 septembre | Par le travers d'Agdenæs | | | | Surface |
| **2545** bis | 11 septembre | Trondhjem | | | | Atmosph |
| **2546** | 12 septembre | 63° 2' | N. | 7° 14' (env.) | E. | Surface |
| | | Par le travers de d'Æggeflu | | | | |
| **2547** | — | Par le travers de Flæmsö | | | | — |
| **2548** | 12-13 septembre | Frekö | | | | |
| **2549** | 13 septembre | Par le travers de Fiskholm | | | | Surface |
| **2550** | 13-14 septembre | Sjelanger | | | | |
| **2551** | 14 septembre | Devant Bratholmen | | | | Surface |
| **2552** | — | Au fond du Selbjörns fjord | | | | — |
| **2553** | 14-15 septembre | Höievarde | | | | |
| **2554** | 15-16 septembre | — | | | | |
| **2555** | 16 septembre | En quittant Höievarde | | | | Surface |
| **2556** | — | 58° 38' | N. | 5° 40' | E. | — |
| **2557** | 17 septembre | 56° 34' | N. | 5° 3' | E. | — |
| **2558** | — | 55° 59' | N. | 4° 55' | E. | — |
| **2559** | — | 55° 30' | N. | 4° 55' | E. | — |
| **2560** | 18 septembre | 52° 25' | N. | 3° 30' | E. | — |
| **2561** | — | 52° 18' | N. | 3° 5' | E. | — |
| **2562** | 19 septembre | 50° 5' | N. | 0° 10' | W. | — |




Gravé et Imp. par Erhard Frres Paris




Gravé et Imp. Erhard Frres P.